



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales
Maestría en Políticas Públicas

Tesis:

**Eficiencia del Transporte Público en la Ciudad de
Morelia, Michoacán en el año 2015: Una Propuesta de
Política Pública**

Presenta:

L.C. Analí Melo Vázquez

Director de Tesis:

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega

Morelia, Michoacán, Marzo de 2016.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales
Maestría en Políticas Públicas

Tesis:

**Eficiencia del Transporte Público en la Ciudad de
Morelia, Michoacán en el año 2015: Una Propuesta de
Política Pública**

Presenta:

L.C. Analí Melo Vázquez

Director de Tesis:

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega

Morelia, Michoacán, Marzo de 2016.

DEDICATORIA

A MI HIJA ANA CRISTINA RAMÍREZ MELO Y

A MI ESPOSO GERARDO RAMÍREZ VERDUZCO

Este logro es mío y de ustedes

Con amor, admiración y respeto.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a **DIOS** por darme la fuerza necesaria para terminar esta maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por brindarme el apoyo económico, que fue de gran ayuda durante el tiempo de estudio.

Al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) Por abrirme las puertas al conocimiento y por haberme proporcionado sabiduría para la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) Por todo el aprendizaje.

A MIS PADRES:

HERMELANDO RUPERTO MELO SOTO Y JOSEFA VÁZQUEZ LARA Por su apoyo y sus consejos en cada paso de mi carrera y por su ayuda económica y moral.

A LA FAMILIA:

RAMÍREZ VERDUZCO Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por todo el cariño y atenciones que han tenido conmigo y con mi familia.

A MI ASESORA:

DRA. ODETTE VIRGINIA DELFÍN ORTEGA Por compartir sus conocimientos, por su gran apoyo a lo largo de la maestría y por su colaboración en la realización de esta tesis.

A MIS SINODALES:

DR. PLINIO HERNÁNDEZ BARRIGA, DR. FRANCISCO JAVIER AYVAR CAMPOS, DR. JOSÉ CARLOS ALEJANDRO RODRÍGUEZ CHÁVEZ, DR. JOSÉ ODÓN GARCÍA GARCÍA, DR. CASIMIRO LECO TOMAS Y DR. JERJES IZCOATL AGUIRRE OCHOA Por sus pertinentes observaciones en el desarrollo de este trabajo y por sus asesorías y consejos.

A MIS PROFESORES Por compartir sus conocimientos, y por su colaboración en la realización de este proyecto.

A MARTHA GABRIELA OROZCO RODRÍGUEZ Porque siempre se mantuvo a mi lado en los momentos más difíciles de este largo camino, por todo su apoyo y gran amistad.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO Por que juntos recorrimos este camino retroalimentándonos para lograr la meta fijada.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| GLOSARIO..... | 12 |
| SIGLAS Y ABREVIATURAS | 15 |
| RESUMEN | 17 |
| ABSTRACT | 18 |
| INTRODUCCIÓN | 19 |
| CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN | 25 |
| 1.1 Planteamiento del Problema | 25 |
| 1.1.1 Descripción del problema | 26 |
| 1.2 Preguntas de Investigación | 30 |
| 1.2.1 Pregunta General..... | 30 |
| 1.2.2 Preguntas Específicas | 30 |
| 1.3 Objetivo de la Investigación | 31 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 31 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 31 |
| 1.4 Justificación | 32 |
| 1.4.1 Trascendencia | 32 |
| 1.4.2 Horizonte Temporal y Espacial | 33 |
| 1.4.3 Viabilidad de la Investigación..... | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 1.5 Tipo de Investigación | 33 |
| 1.6 Hipótesis de la Investigación..... | 34 |
| 1.6.1 Hipótesis General | 34 |
| 1.6.2 Hipótesis Específica..... | 34 |
| 1.7 Variables | 35 |
| 1.7.1 Variables Dependientes..... | 35 |
| 1.7.2 Variables Independientes | 35 |
| 1.8 Método de Estudio | 36 |
| CAPÍTULO II. EL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO URBANO | 38 |
| 2.1 Antecedentes del Transporte Público | 38 |
| 2.2 Medios de Transporte Público..... | 41 |
| 2.3 Características Generales del Transporte Público | 42 |
| 2.4 La Importancia del Transporte Público..... | 45 |
| 2.5 Requerimientos del Servicio de Transporte Público..... | 47 |
| 2.5.1 Requerimientos del Usuario..... | 48 |
| 2.5.2 Requerimientos del Prestatario..... | 50 |
| 2.5.3 Requerimientos de la Comunidad..... | 52 |
| 2.6 El Transporte Público en el Estado de Michoacán..... | 52 |
| 2.6.1 Definiciones del Servicio | 59 |
| 2.6.2 Concesiones y Permisos | 62 |

| | |
|--|----|
| 2.6.3 Clasificación del Servicio | 63 |
| 2.7 El Transporte Público en la Ciudad de Morelia | 64 |
| CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO | 69 |
| 3.1 Políticas Públicas | 69 |
| 3.2 Políticas Públicas para el Transporte..... | 75 |
| 3.3 Definición de Eficiencia | 78 |
| 3.3.1 Definición de Eficiencia Técnica | 79 |
| 3.4 Determinantes Paramétricas y No Paramétricas para determinar la Frontera Eficiente | 79 |
| 3.5 Modelos de Eficiencia DEA | 81 |
| 3.6 Descripción del trabajo de Farrell..... | 84 |
| 3.7 Eficiencia Técnica | 86 |
| 3.7.1 Eficiencia Técnica con Rendimientos Constantes | 87 |
| 3.7.2 Eficiencia Técnica con Rendimientos Variables | 90 |
| 3.8 Eficiencia de Escala | 92 |
| 3.9 Eficiencia Asignativa | 94 |
| 3.10 Análisis Benchmarking..... | 95 |
| 3.11 Análisis Slacks | 97 |
| 3.12 Medición de la Eficiencia en el Transporte..... | 98 |

| | |
|--|-----|
| CAPÍTULO IV. EFICIENCIA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS | 108 |
| 4.1 Instrumentos | 108 |
| 4.2 Universo y Muestra de Estudio | 110 |
| 4.3 Técnicas de Recolección de Datos | 112 |
| 4.4 Selección del Modelo | 113 |
| 4.5 Selección de Inputs y Outputs | 114 |
| 4.5.1 Análisis de Correlación entre Inputs y Outputs | 116 |
| CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS | 119 |
| 5.1 Desarrollo del Modelo | 119 |
| 5.2 Modelo DEA con Rendimientos Constantes | 121 |
| 5.2.1 Análisis Benchmarking CRS | 125 |
| 5.2.3 Análisis Slacks CRS | 127 |
| 5.3 Modelo DEA con Rendimientos Variables | 130 |
| 5.3.1 Análisis Benchmarking VRS | 133 |
| 5.3.2 Análisis Slacks VRS..... | 136 |
| 5.4 Eficiencia de Escala | 139 |
| CAPÍTULO VI. PROPUESTA DE POLÍTICA PÚBLICA | 144 |
| CONCLUSIONES..... | 166 |
| FUENTES CONSULTADAS..... | 174 |

| | |
|--|-----|
| ANEXOS | 187 |
| Anexo 1. Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público en las Modalidades Contenidas en la Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado de Michoacán de Ocampo, 2015. | 188 |
| Anexo 2. Base de Datos para el Cálculo de la Eficiencia Técnica | 193 |
| Anexo 3. Descripción de las Rutas de la Ciudad de Morelia..... | 195 |

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICAS, FIGURAS Y ESQUEMAS

CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2. 1. Requerimientos del Sistema de Transporte..... | 47 |
| Cuadro 2. 2. Distribución por Modalidad de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015..... | 53 |
| Cuadro 2. 3. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2005 | 54 |
| Cuadro 2. 4. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2005..... | 55 |
| Cuadro 2. 5. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2010 | 55 |
| Cuadro 2. 6. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2010..... | 55 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 2. 7. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015 | 56 |
| Cuadro 2. 8. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015..... | 56 |
| Cuadro 2. 9. Número de Unidades de Colectivo Urbano en el Periodo 2005-2015 | 57 |
| Cuadro 2. 10. Costo de Peaje en el Periodo 2005-2015 | 58 |
| Cuadro 2. 11. Gasto Promedio por Persona en el Uso de Transporte Público | 59 |
| Cuadro 2. 12. Rutas en la Ciudad de Morelia..... | 64 |
| Cuadro 3. 1. Revisión Literaria..... | 99 |
| Cuadro 4. 1. Relación de Rutas..... | 111 |
| Cuadro 4. 2. Selección de Inputs y Outputs | 115 |
| Cuadro 4. 3. Análisis de Correlación entre las Variables | 117 |
| Cuadro 5. 1. Eficiencia Técnica con Rendimientos Constantes en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015..... | 122 |
| Cuadro 5. 2. Análisis Benchmarking CRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | 125 |
| Cuadro 5. 3. Análisis Slacks CRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015.. | 128 |
| Cuadro 5. 4. Eficiencia Técnica con Rendimientos Variables en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | 131 |
| Cuadro 5. 5. Análisis Benchmarking VRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | 134 |
| Cuadro 5. 6. Análisis Slacks VRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015.. | 137 |
| Cuadro 5. 7. Eficiencia de Escala en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 .. | 140 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 6. 1. Resumen Narrativo..... | 150 |
| Cuadro 6. 2. Matriz de Marco Lógico | 154 |

GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 2. 1. Oferta del Transporte Público, 2005 | 55 |
| Gráfica 2. 2. Oferta del Transporte Público, 2010 | 55 |
| Gráfica 2. 3. Oferta del Transporte Público, 2015 | 56 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2. 1. Mapa de Recorrido del Colectivo Urbano en la Ciudad de Morelia | 67 |
| Figura 2. 2. Mapa de Recorrido del Colectivo Urbano en el Centro de la Ciudad de Morelia | 68 |

ESQUEMAS

| | |
|--|-----|
| Esquema 1. Análisis de Involucrados..... | 145 |
| Esquema 2. Árbol de Problemas..... | 146 |
| Esquema 3. Árbol de Objetivos | 147 |
| Esquema 4. Alternativas óptimas | 148 |
| Esquema 5. Estructura Analítica del Proyecto | 149 |

GLOSARIO

Bechmarking: Es el proceso de comparar el desempeño contra las prácticas de otras compañías, con el propósito de mejorar la actuación (Banxian, 2011).

Correlación: Proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables cualesquiera (Lahura, 2003).

DEA: Es una técnica de programación lineal que facilita la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de entidades objeto estudio, de forma que aquellas que determinan la envolvente son denominadas entidades eficientes, y permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las entidades (García, et. al., 2003).

Eficiencia Asignativa: Implica obtener un máximo de producción, manteniendo el coste, a través del reajuste de los factores de la producción según sus costes de uso (Sancho, 2003).

Eficiencia de Escala: Puede interpretarse como la reducción adicional a la que podría reducirse el consumo de inputs si la tecnología presenta rendimientos constantes a escala en el punto en que produce la unidad (Fidalgo, et. al., 1996).

Eficiencia Técnica Global: Es el producto de la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala (Delfín y Navarro, 2014).

Eficiencia Técnica Pura: Muestra en que medida la unidad productiva analizada está extrayendo el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición (Navarro, 2005).

Eficiencia Técnica: Significa emplear la menor cantidad posible de inputs para obtener un volumen de producción dado (Cuenca, 1994).

Eficiencia: Definimos como eficiente a la empresa que obtiene el máximo posible de producción, habiendo empleado unos recursos dados, y como ineficiente a aquella empresa que usando los mismos recursos obtiene menos producción que la anterior (Dios, 2004).

Hipótesis: Enunciado o declaración conjetural acerca de la relación entre dos o más fenómenos o variables (Torres y Navarro, 2007).

Input: Se denomina así a la importación de los recursos que se requieren para dar inicio al ciclo de actividades de un sistema (Arnold, 1998).

Outliers: es una unidad que no sigue el comportamiento general de las unidades analizadas (Navarro, 2005).

Output: Se denomina así a las corrientes de salidas de un sistema (Arnold, 1998).

Slacks (Holgura): Representa la baja producción del output o el uso excesivo del input. Representa las mejoras necesarias para convertir una unidad ineficiente en eficiente, dichas mejoras están en la forma de un incremento/ disminución de inputs y outputs (Banxian, 2011).

Variable: Una variable es algo que puede cambiar sea cuantitativo o cualitativo (Torres y Navarro, 2007).

SIGLAS Y ABREVIATURAS

| | |
|----------------|---|
| BCC | Banker, Charnes y Cooper |
| BLVRD. | Boulevard |
| BRT | Autobús de Transito Rápido |
| CALZ. | Calzada |
| CCR | Charnes, Cooper y Rhodes |
| CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |
| COCOTRA | Comisión Coordinadora de Transporte Público |
| CRS | Rendimientos Constante a Escala |
| DEA | Análisis Envolvente de Datos |
| DOD | Dictamen de Oferta y Demanda del Transporte Público del Estado de Michoacán. |
| DMU | Unidad de Toma de Decisión |
| EE | Eficiencia de Escala |
| EMS | Sistema de Medición de la Eficiencia |
| ETG | Eficiencia Técnica Global |
| ETP | Eficiencia Técnica Pura |
| ITDP | Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo |
| LCT | Ley de Comunicaciones y Transportes |

| | |
|-------------|--|
| MEA | Análisis Multi-direccional de Eficiencia |
| MML | Metodología de Marco Lógico |
| OTE. | Oriente |
| PND | Plan Nacional de Desarrollo |
| PTE. | Poniente |
| SPSS | Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales |
| TPC | Transporte Público Colectivo |
| UDC | Universidad de Córdoba |
| UITP | Asociación Internacional de Transporte Público |
| KM | Kilometro |
| VRS | Rendimientos Variables a Escala |

RESUMEN

En esta investigación se realiza la medición de los niveles de eficiencia del transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015, abarcando las 46 rutas de colectivo urbano que circulan en la ciudad. Para ello fue necesario estudiar las variables más adecuadas para obtener las fronteras de eficiencia, por lo que se utilizó la metodología de Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA por sus siglas en inglés), llevando a cabo el cálculo de la Eficiencia Técnica Global mediante el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes (CCR), la Eficiencia Técnica Pura con el modelo de Banker, Charnes y Cooper (BCC), y la Eficiencia de Escala (EE). Los resultados se obtuvieron a partir de las variables unidades, horas, frecuencia, viajes y kilómetros.

Los modelos realizados con rendimientos constantes, rendimientos variables y la eficiencia de escala arrojaron que las rutas Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3 y Café 1-A son eficientes técnicamente y a escala.

Palabras clave: Transporte público, eficiencia, DEA, políticas públicas, marco lógico.

ABSTRACT

In this research, measuring the levels of efficiency of public transport is in the city of Morelia, Michoacán in 2015, covering 46 collective urban routes that circulate in the city. It was necessary to study the most appropriate variables to have the boundaries of efficiency, so the methodology of Data Envelopment Analysis was used, doing the calculation of the Global Technical Efficiency by Charnes, Cooper and Rhodes model (CCR), Pure Technical Efficiency with Banker, Charnes and Cooper model (BCC) and Scale Efficiency. The results were obtained from the variables units, hours, frequency, travel and kilometers.

Models made with constant returns, variable returns and scale efficiency showed that routes Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3 y Café 1-A are technically efficient and to scale.

INTRODUCCIÓN

Rojas y Mello (2005) consideran que el transporte público colectivo es un eje importante para la planeación y gestión de ciudades, ya que se ha consolidado como un servicio que atiende a un gran número de personas, es por ello que el transporte es un tema que requiere de estudio, innovación e intercambio constante de informaciones entre los actores involucrados.

Para Molinero y Sánchez (1998) el transporte público no solo es una necesidad para las ciudades medias y grandes, por tener bajo costo en su infraestructura y un menor consumo de espacio físico, sino también porque además el transporte público aseguran una posibilidad real de acceso para todas las personas. Se puede decir que actualmente los desplazamientos urbanos constituyen para los habitantes de una ciudad un elemento muy importante en su vida cotidiana, no solo por el tiempo que se pasa en ellos para satisfacer sus necesidades de tener acceso al trabajo, a los comercios, a los entretenimientos, sino que va formando parte de un verdadero derecho al transporte.

Morelia es la ciudad más extensa y poblada del estado de Michoacán con una población de 762,431^[o.1] por lo que para cumplir con su demanda el Estado cuenta con 10 modalidades de transporte público (COCOTRA, 2015). La presente investigación centro su atención en la modalidad de colectivo urbano siendo este el más utilizado por los habitantes.

Para el año 2015 en el estado de Michoacán se encontraron registradas 4,517 unidades de colectivo urbano y en la capital del Estado se encuentra la mayor concentración de estas unidades con 2,045 en circulación (COCOTRA, 2015).

El servicio de transporte público en la ciudad es parte fundamental para el desarrollo económico del Estado, ya que emplea un aproximado de 6,500 personas entre conductores, operadores en las bases de cada ruta y operadores en los diferentes puntos de la ciudad que se encargan de marcar los tiempos de retraso entre las unidades y de monitorear su tiempo de recorrido.

Durante el desarrollo de esta investigación se pudo conocer más a detalle el manejo del servicio de transporte público, ya que fue necesario llevar a cabo un rastreo minucioso de información y con ello ver los múltiples problemas que se presentan en el servicio no solo en el Estado de Michoacán, sino en todo el país, ya que son pocos los gobiernos que trabajan para establecer propuestas de políticas públicas que permitan contar con un servicio eficiente y de calidad.

El estado de Michoacán se ha mantenido estancado en cuanto al servicio de transporte público, a lo largo de los años no se ha tenido ninguna evolución que muestre mejora alguna en la prestación del servicio. Del 2005 a la fecha la Comisión Coordinadora de Transporte Público solo se encargó de emitir concesiones a los transportistas, manteniendo como solución a los problemas del transporte el aumento de unidades, sin embargo al no tener un control de este servicio, con esta medida solo se logró que exista un exceso de unidades en circulación. Es

lamentable ver que los actores políticos del servicio de transporte por obtener un beneficio propio se han encargado de vender concesiones, sin importar las consecuencias que esto genera en el Estado.

Durante el tiempo de recolección de información con los operadores del servicio, se llevó a cabo un sondeo con los usuarios del mismo, en el que expresaron su inconformidad con el servicio.

Entre sus principales inconformidades está que los conductores no tienen educación vial, ya que manejan con exceso de velocidad sin respetar paradas ni señalamientos, poniendo en riesgo la seguridad del usuario. A pesar de que en la Ley de Tránsito y Vialidad están estipuladas multas para los que no respeten las señalizaciones y paradas, ya que tanto conductores como usuarios siguen haciendo paradas en lugares prohibidos. Durante la investigación de campo se pudo ver que las rutas Guindas, Naranjas, Rosas y Rojas que transitan por el centro histórico son quienes menos respetan los lineamientos estipulados en la ley^[o.2].

Otra inconformidad es que en algunas rutas, las unidades circulan con sobre cupo, ya que la mayoría de las unidades tienen un cupo de entre 11 personas en las combis más antiguas de las cuales aún se encuentra un alto número en circulación y de 15 personas en las unidades más nuevas, sin embargo, los conductores llegan a transportar hasta 15 o 20 personas por unidad respectivamente, ocasionando con ello un traslado incómodo para todos. De igual forma expresaron que las rutas están mal distribuidas, al haber rutas que circulan casi vacías y otras con sobre cupo.

Algunos usuarios mencionaron que es desesperante como algunas rutas dan muchas vueltas en su circuito, provocando que el tiempo dentro de las unidades sea aún mayor.

Los usuarios también tienen la preocupación de que en los últimos años se ha presentado un aumento de asaltos tanto dentro de las unidades, como en los paraderos, para lo cual las autoridades no han implementado medidas de seguridad que puedan frenar con este aumento de la delincuencia.

Los usuarios carecen de información confiable respecto al servicio, desconocen los itinerarios que estos tienen, no saben con exactitud sus horarios, ni la frecuencia con que pueden disponer de una unidad.

Es por ello que el objetivo principal de esta tesis es conocer el nivel de eficiencia técnica pura, eficiencia técnica global y eficiencia de escala de las rutas de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015 y poder saber que rutas son eficientes y cuales no lo son. Esto es de gran utilidad a la hora de dar propuestas que ayuden a mejorar los niveles de eficiencia del servicio.

La investigación se encuentra dividida en seis **capítulo**_[o.3]: en el primer capítulo se plasmaron los fundamentos de la investigación, comenzando por el planteamiento y descripción del problema, continuando con las preguntas y objetivos generales y específicos de la investigación, así como también se presenta la justificación y el tipo de investigación a desarrollar, posteriormente se presentan las hipótesis

generales y específicas y por último se definen las variables dependientes e independientes.

En el segundo capítulo se presenta como primer esbozo los antecedentes y medios del transporte público, así como sus principales características e importancia del servicio. También se hace referencia de los requerimientos del servicio de transporte público del usuario, del prestatario y de la comunidad. Para posteriormente señalar al servicio de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán.

En el tercer capítulo se exponen las políticas públicas en forma general, así como las políticas públicas en el transporte. Al igual se habla de las diversas definiciones de eficiencia y de los determinantes paramétricos y no paramétricos para determinar la frontera eficiente, llegando así a los modelos de eficiencia DEA. Posteriormente se hace una pequeña descripción de los estudios de Farrell, así como de la eficiencia técnica, eficiencia de escala y eficiencia asignativa. También se llevó a cabo una revisión literaria sobre la medición de la eficiencia en el transporte.

En el cuarto capítulo se comienza desarrollando la metodología para medir la eficiencia técnica del transporte público, para lo cual se va a construir un modelo DEA por sus siglas en inglés (Análisis Envolvente de Datos) con rendimientos constantes a escala y rendimientos variables a escala, así como el cálculo de la eficiencia de escala. Para lo cual, se estudió el número de variables más adecuado para conformar los modelos con los que se obtienen las fronteras eficientes. Se

analizó la eficiencia del transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015. Primeramente se describen los instrumentos utilizados, así como el universo y muestra de estudio, al igual se presentan las técnicas para la recolección de datos. Finalmente se describe el proceso de selección de los inputs y outputs a utilizar, así como el análisis de correlación entre las variables.

En el quinto capítulo se exponen los resultados obtenidos con los cálculos realizados en el programa EMS DEA, metodología utilizada para medir la eficiencia técnica y eficiencia de escala del transporte público en la ciudad de Morelia para el año 2015. Primeramente se hace una descripción del modelo, así como también se presentan los resultados de los modelos realizados; el modelo DEA con rendimientos constantes, el modelo DEA con rendimientos variables y la medición de eficiencia de escala, todos los modelos con orientación outputs. Posteriormente se llevó a cabo un análisis benchmarking y análisis slacks para fortalecer los resultados.

En^[0.4] el sexto capítulo se expone la propuesta de política pública utilizando la metodología de marco lógico, con la finalidad de atender los problemas que tiene el servicio de transporte público en la ciudad de Morelia.

Finalmente se presentan las conclusiones de la investigación, llevando a cabo una discusión que muestra la situación actual del servicio de transporte público.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se plasmaron los fundamentos de la investigación, comenzando por el planteamiento y descripción del problema, continuando con las preguntas y objetivos generales y específicos de la investigación, así como también se presenta la justificación y el tipo de investigación a desarrollar, posteriormente se presentan las hipótesis generales y específicas y por último se definen las variables dependientes e independientes.

1.1 Planteamiento del Problema

Romero (2012) señala que en la actualidad los desplazamientos urbanos son un elemento muy importante en la vida cotidiana de los habitantes de una ciudad, no solo por todo el tiempo que se pasa en las unidades para satisfacer sus necesidades de transportarse a las diferentes actividades, sino también porque dicho servicio es parte de un derecho que todos los individuos tienen.

España (1991) expresa que a lo largo de los años se ha tenido un crecimiento importante del transporte en la economía mundial, al mismo tiempo se han visto cambios en el papel que desempeñan los medios de transporte, y a pesar de que el transporte privado predomina sobre el público, en muchos países se observa una

mayor utilización del transporte urbano en los desplazamientos diarios, sobre todo los relacionados con el transporte hasta el lugar de trabajo.

1.1.1 Descripción del problema

Para España (1991) el transporte público asegura una posibilidad real de accesibilidad por su bajo costo en infraestructura es por ello que se ha convertido en una necesidad básica para las ciudades ya sean grandes o pequeñas. En diferentes ciudades del mundo se han realizado estudios en cuanto a la movilidad urbana los cuales han arrojado que más de un 50% del total de la población de una ciudad no puede poseer un automóvil. En países en vías de desarrollo se puede observar de manera más directa que este tipo de población representa un porcentaje mayor, por tal motivo estas personas recurren a utilizar el servicio de transporte público. En la mayoría de las ciudades del mundo dicho servicio se da por empresas privadas que opera en una red de líneas, conectando múltiples orígenes y destinos.

Molinero y Sánchez (1998) señalan que en México la prestación de los servicios de transporte es obligación del Estado. Sin embargo, los sistemas de transporte son considerados como actividades privadas que se realizan a través de un contrato. Dichos contratos establecen un convenio entre los transportistas, quienes están obligos a trasladar personas o cosas de un lugar a otro mediante el pago de un precio pactado y por el gobierno quien se encarga de regular este servicio.

Para que un servicio pueda considerarse público debe cumplir con cuatro características primordiales.

- a) “Satisfacer una necesidad que sea de carácter colectivo”.
- b) “Que implique la acción de una personalidad pública”.
- c) “Que el servicio beneficie al público en general”.
- d) “Estar sujeto a un régimen de derecho público”.

López (1991) considera que en México la urbanización ha generado una tendencia concentradora del desarrollo en todo el continente, provocando un crecimiento acelerado y desordenado de las ciudades, por lo cual las autoridades han tenido la necesidad de aumentar el número de unidades de transporte urbano ya se tiene un alto número de habitantes que se ven obligados a recorrer distancias largas.

Para Arango et al. (2012) el transporte público urbano es considerado el medio más importante que influye en el desarrollo urbano de las ciudades que le permite a la población que habita en las colonias marginales las herramientas necesarias para poder desplazarse a lo largo de una ciudad, implicando así la dotación de un transporte público eficiente para el desarrollo de la vida cotidiana de la población.

Los resultados de un estudio previo (Figuroa y Carrión, 2001) reportaron que son muchos los factores que no permiten que exista una buena cobertura de los servicios de transporte público formales entre ellos se encuentran la accesibilidad, las condiciones de infraestructura y equipamiento en los barrios apartados, lo que

conlleva a desarrollar servicios precarios de transporte público, informales o ilegales, que ofrecen mayor agilidad y facilidad para atender la demanda que se tiene, con mayor rapidez para acceder a las áreas centrales desde los barrios más alejados, pero son unidades que ponen en riesgo la integridad del usuario al no cumplir con los requerimientos de las autoridades.

En 1991, Islas señaló que el sistema de transporte ha llegado ^[10.6] a tales magnitudes que hoy en día resulta imposible contar con estudios actualizados de permitan conocer la cantidad de vehículos, rutas, itinerarios y otros elementos con los que se pretende atender la demanda, la cual no se conoce con la precisión y exactitud que se requiere para lograr la eficiencia. Lo anterior resulta muy importante al momento de evaluar el funcionamiento del servicio.

En el Estado de Michoacán el principal problema es que el servicio de transporte no cumple con los requerimientos de los usuarios, “normalmente un usuario satisfecho aspira salir de su origen, caminar lo menos posible hasta la parada, esperar y trasladarse en el menor tiempo posible, contar con vehículos seguros y confortables, que los conductores es capacitados para manejar con prudencia, así como también esperan pagar una tarifa razonable y adecuada al servicio que están recibiendo, del cumplimiento de estos lineamientos depende que el servicio de transporte público urbano sea un servicio eficiente y de calidad para los usuarios” (Molinero y Sánchez, 1998).

Es importante estudiar la eficiencia del servicio de transporte público para conocer cuáles son los principales factores que hacen que este servicio sea ineficiente y así poder implementar estrategias y políticas públicas para el mejoramiento del servicio.

La ciudad de Morelia tiene serios problemas en la prestación del servicio, comenzando con el gran número de unidades que se encuentran en circulación ocasionando con esto que la autoridad no tenga un registro real de todas las unidades en circulación, al igual es muy notable que sin importar los riesgos que conlleva las unidades que prestan el servicio de transporte público siempre traen un sobrecupo, provocando así que algunos usuarios se trasladen de pie dentro de las unidades. Otro problema que aqueja el servicio es que no se respetan las paradas, ni por parte de los usuarios ni por parte de los operadores del servicio. Estos problemas se presentan principalmente porque las autoridades competentes no regulan el servicio de forma adecuada.

En el 2007 las Comisión de las Comunidades Europeas señaló que los ciudadanos esperan que el transporte público satisfaga sus necesidades desde el punto de vista de la calidad, la eficacia y la disponibilidad del servicio. Para que el transporte público colectivo sea atractivo para las personas tiene que ser accesible, frecuente, rápido, fiable y cómodo. Pero la mala calidad, la lentitud y la falta de fiabilidad del transporte público son un obstáculo para el cambio modal del transporte privado al público. Para las partes interesadas en el servicio, no se presta suficiente atención a la comodidad de las unidades, al igual faltan soluciones de transporte público.

1.2 Preguntas de Investigación

De la presente investigación se desprenden nuestras preguntas generales y específicas.

1.2.1 Pregunta General

- ¿Qué factores influyeron en el nivel de eficiencia del servicio de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015_[o.7]?

1.2.2 Preguntas Específicas

- ¿Cuál variable afectó más el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015?
- ¿Bajo qué rendimientos_[o.8] de escala operaron la mayor parte de las unidades del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015?
- ¿De la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala, cuál fue la _[o.9] que más incidió sobre la eficiencia técnica global en el servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015?

1.3 Objetivo de la Investigación

De la investigación se desprenden los siguientes objetivos generales y específicos.

1.3.1 Objetivo General

- Conocer qué factores influyeron en el nivel de eficiencia del servicio de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar entre las variables, cuál fue la que [o.10] más afectó el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.
- Analizar bajo qué rendimientos a escala operaron la mayor parte de las unidades del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.
- Determinar de la eficiencia técnica pura y de la eficiencia de escala cuál fue la que más incidió sobre la eficiencia técnica global en el servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

1.4 Justificación

El transporte público es un tema que afecta a toda la población en general, para ello es necesario tratarlo y analizarlo para intentar lograr una mayor eficiencia en el servicio.

Todos los habitantes de una ciudad, sea grande o pequeña dentro de sus necesidades básicas están la de trasladarse de un lugar a otro, es por ello que la población hace uso de diversos medios; uno de ellos y el más usado es el transporte público urbano, ya que éste es parte fundamental del desarrollo de las ciudades por lo que es importante la planificación y el diseño de políticas públicas de transporte que sean eficientes, que mejoren la calidad y que se adapten a los cambios de modernización y desarrollo de las ciudades.

1.4.1 Trascendencia

Se pretende resolver una necesidad de los usuarios del servicio de transporte público en cuanto a la eficiencia de éste, por lo que el presente estudio va encaminado a los usuarios, así como a los prestadores del servicio, gobierno y comunidad.

1.4.2 Horizonte Temporal y Espacial

La presente investigación se centró en el estudio del nivel de eficiencia del transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

1.4.3 Viabilidad de la Investigación

El transporte público es un tema universal y muy extenso por lo cual existen diversas fuentes de las que se puede obtener información que nos será útil para el desarrollo del tema. Se dispone de los recursos financieros para poder realizar los estudios de campo, así como disponibilidad de tiempo.

1.5 Tipo de Investigación

Este tipo de investigación es:

- a) Exploratoria: Debido a que se trata de un tema poco explorado y reconocido.
- b) Descriptiva: Dado que se definirán las características del universo y se buscarán herramientas específicas en la recolección de información.
- c) Correlacional: Se medirá el grado de relación que existe entre las variables establecidas y como una variable afecta en el comportamiento de otra.
- d) Explicativa: No solo se buscará describir un problema sino también encontrar sus causas.

1.6 Hipótesis de la Investigación

Las hipótesis quedan expresadas de la siguiente manera.

1.6.1 Hipótesis General

- El número de unidades, las horas de servicio y la frecuencia del servicio fueron factores que influyeron en el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

1.6.2 Hipótesis Específica

- Las horas de servicio fue la variable que más afecto el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.
- Bajo rendimientos crecientes operaron la mayor parte de las unidades del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.
- La eficiencia de escala fue la que más incidió en la eficiencia técnica global en el servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

1.7 Variables

Las variables que se desprenden de nuestras hipótesis se dividen en variables dependientes y variables independientes, las cuales se mencionan a continuación.

1.7.1 Variables Dependientes

En la presente investigación la variable dependiente es:

- Eficiencia en el transporte público: implica la maximización del beneficio y la minimización del coste.

1.7.2 Variables Independientes

Las variables independientes son:

Inputs

- Número de unidades: Es el número total de unidades en circulación.
- Frecuencia del servicio: Tiempo transcurrido en minutos entre el paso de dos unidades.
- Horas de servicio: Número total de horas en las que se presta el servicio por día.

Outputs

- Viajes: Es el número de recorridos que cada unidad da en su circuito por día.
- Kilómetros: Kilómetros que recorre cada unidad en su circuito.

1.8 Método de Estudio

Para Navarro y Torres (2007) “el método significa etimológicamente ir a lo largo del (buen) camino, es decir, forma de proceder en cualquier dominio y de ordenar la actividad a un fin, además el método es un proceso racional que es preciso seguir para llegar a una ciencia o incluso un proceso operativo necesario para obtener tal resultado”.

Para llevar a cabo la presente investigación, se utilizó el método científico el cual nos permite operar con conceptos, hipótesis definiciones, variables e indicadores que son los elementos básicos que proporcionan los recursos e instrumentos intelectuales con los que se ha de trabajar para construir el sistema teórico de la ciencia, estudiar los hechos que son objeto de la misma y comunicar los procedimientos o hallazgos.

“El método científico sigue el camino de la duda sistemática, y aprovecha el análisis, la síntesis, la deducción y la inducción, lo cual quiere decir que contiene las operaciones lógicas en general” (Zorrilla, 1988). Por lo que en esta investigación

se utilizó el método deductivo, “el cual permite partir de la investigación en forma general a situaciones particulares lo que conduce a establecer conclusiones y recomendaciones” (Navarro y Torres, 2007).

CAPÍTULO II. EL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO URBANO

Este capítulo presenta como primer esbozo los antecedentes y medios del transporte público, así como sus principales características e importancia del servicio. También se hace referencia de los requerimientos del servicio de transporte público del usuario, del prestatario y de la comunidad. Para posteriormente señalar al servicio de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán.

2.1 Antecedentes del Transporte Público

Durante el siglo XVII se originó el transporte público urbano en algunas ciudades europeas, aunque probablemente antes hubo servicios informales sobre los cuales no existe documentación histórica (CEPAL, 1994).

Hasta mediados del siglo XIX, el único medio disponible era el carro de tracción animal. En ese periodo, comenzó a implantarse en las ciudades norteamericanas y europeas el tranvía, que 20 años después llegó a América Latina. Sin embargo, el ómnibus arrastrado por caballos y el tranvía existieron como medios de transporte significativos hasta el segundo decenio del siglo XX al ser desplazados por el tranvía eléctrico y el autobús a gasolina siendo estos los vencedores de una competencia

muy interesante en que también hubo otras opciones tecnológicas que ahora están casi olvidadas (CEPAL, 1994).

Tiempo después, desapareció el tranvía eléctrico, no pudiendo competir con el autobús por distintas razones de carácter técnico, económico e institucional. En muchas ciudades de América Latina, los tranvías volvieron por última vez a sus depósitos alrededor de 1960. En algunas ciudades se implementó el trolebús para sustituir el tranvía, pero con muy pocas excepciones, no llegó a cubrir una proporción vigente en ciertas ciudades, y cada vez que ocurre una crisis petrolera, recibe atención por parte de los planificadores del transporte urbano (CEPAL, 1994).

A principios del siglo XX, la locomotora de vapor era la única opción tecnológica práctica para arrastrar los trenes, la cual que llegó a transportar volúmenes muy grandes de pasajeros. Ya que el ferrocarril no se consideraba como medio de transporte urbano, pero llegó a asumir ese papel cuando las empresas ferroviarias decidieron aprovechar los tramos urbanos y suburbanos de sus líneas de más larga distancia para operar trenes locales, lo cual influyó en el desarrollo del espacio urbano (CEPAL, 1994).

En América Latina tardó en aparecer el metro, tuvieron que pasar 50 años para que este medio de transporte llegara y pasaron otros 50 para que se estableciera en más de una ciudad en el continente. El metro puede ser la única opción factible para transportarse en situaciones donde existe un alto flujo de personas a través de

corredores bien definidos. En comparación con el número total de viajes urbanos, el metro atiende a un segmento reducido de la demanda (CEPAL, 1994).

En el año de 1970 después de pasar la época de auge del metro, se procuró encontrar alternativas tecnológicas entre el tranvía y el metro, menos costosas y de menor capacidad, pero manteniendo el uso de rieles. Hasta el momento, son pocas tales aplicaciones en América Latina (CEPAL, 1994).

El autobús ha mantenido su posición dominante en el mercado latinoamericano podría decirse que por razones técnicas y económicas, es por ello que en ciudades que cuentan con importantes redes de otros modos de transporte, este sigue prevaleciendo. Si bien el autobús en vías compartidas con otros vehículos no se considera apto para funcionar eficientemente en los corredores de más alta demanda, en muchos casos es posible solucionar el problema implantando vías exclusivas, mediante las cuales los autobuses pueden llevar hasta 200 pasajeros por hora en cada sentido a velocidades de hasta 20 kilómetros por hora incluidas las paradas, libres de interferencias de automóviles u otros vehículos. Conceder prioridad a los autobuses no constituye una solución general para todos los problemas del tránsito en zonas congestionadas, aunque se ha comprobado que es más aceptable, desde el punto de vista social y político, que las alternativas que restrinjan directamente el uso del automóvil privado (CEPAL, 1994).

2.2 Medios de Transporte Público

Se pueden definir de diferentes maneras los medios de transporte urbano de pasajeros, siendo estos interdependientes entre sí. Según Molinero y Sánchez (1998) un medio de transporte puede ser clasificado en función de la tecnología utilizada aún, cuando también se tomen en cuenta las características del derecho de vía y su tipo de operación. Los diferentes medios de transporte urbano pueden ser clasificados por el tipo de servicio que prestan o por el volumen de viajes que manejan como los son:

- a) “Transporte privado, el cual se presta en vehículos operados por el dueño de la unidad, circulación en la vialidad proporcionada, operada y mantenida por el Estado. Entre estos medios de transporte se encuentran: el automóvil, la bicicleta, la motocicleta y el peatón. Asimismo, en algunas comunidades rurales podemos citar el uso de vehículos de tracción animal o el animal mismo”.

- b) “Transporte de alquiler, el cual puede ser utilizado por cualquier persona que pague una tarifa en vehículos proporcionados por un operador, chofer o empleado ajustándose a los deseos de movilidad del usuario. Entre estos servicios se encuentran los taxis, los servicios de respuesta a la demanda y en algunos casos los servicios de colectivos”.

- c) “Transporte público, los cuales son sistemas de transportación que operan con ruta fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida”.

Para Molinero y Sánchez (1998) estas dos últimas modalidades son las que integran el transporte público urbano. Por otra parte, “el transporte urbano puede clasificarse según el volumen de viajes que maneje, pudiéndose hablar de transporte individual cuando un vehículo sirve a una persona o un grupo organizado de usuarios que viajan a un mismo destino, o bien de transporte en grupos cuando traslada a personas sin ninguna relación entre sí y con destinos diferentes”.

2.3 Características Generales del Transporte Público

Para Navarro y Cruces (2014) la diferencia entre el transporte público y el privado, es que en el primero los viajeros tienen que adaptarse a los horarios y a las rutas que ofrezca el operador. Usualmente los viajeros comparten el medio de transporte y está disponible para el público en general. Entre los elementos de un sistema de transporte público se encuentra que la demanda en este servicio está dada por las personas que son los usuarios y la oferta está dada por los vehículos (unidades), la infraestructura, los servicios y los operadores o conductores. Los servicios urbanos de transporte público de pasajeros, son aquellos que se prestan al interior de las ciudades o de conglomerados de ciudades, cuyos contornos urbanos se han unido y son determinados por las respectivas municipalidades.

Navas (2008), identifica las principales características que debe cumplir el transporte público para la movilidad urbana:

En primer lugar, existen dos clases principales de transporte público, el masivo y el colectivo. El término transporte público masivo se utiliza para describir medios de transporte urbano caracterizados generalmente por la utilización de vehículos con gran capacidad para el transporte de pasajeros, alta velocidad de desplazamiento, facilidades de acceso a los vehículos, horarios, corredores y paradas establecidas. Dentro de esta categoría se encuentran diversos medios de transporte como el Bus, el tranvía, el metro y los trenes suburbanos, cuya diferenciación radica en la tecnología que utilizan y en su grado de segregación con respecto al tráfico vehicular.

En 2008, Navas expreso que el metro y el autobús de transito rápido (BRT) se han convertido en los medios de transporte público predominantes en las grandes ciudades del mundo, de manera particular en países en desarrollo, debido a que sus propiedades tecnológicas permiten transportar grandes flujos de pasajeros de forma eficiente y con costos bajos. El pago de las tarifas en estos sistemas se hace de forma electrónica y cuentan con herramientas tecnológicas que permiten monitorear el funcionamiento del sistema garantizando la calidad en la prestación del servicio.

Para Navas (2008) el segundo tipo de transporte público, denominado transporte público colectivo, se define por la utilización de buses que se desplazan por vías

regulares, los cuales varían tanto en sus características físicas (tamaño, tecnología, confort) como en los esquemas de operación que utilizan, pudiendo funcionar de forma paralela o integrada con sistemas de transporte masivo. “En términos generales el transporte público colectivo (TPC) en los países en desarrollo implica mayor congestión en las vías, tiempos de viajes más largos y efectos contaminantes más nocivos que el transporte masivo, ya que no cuenta con vías segregadas o estaciones fijas, lo que determina un alto número de paradas y arranques, así como un tiempo de espera (inmóvil) más elevado. En los países en desarrollo este tipo de transporte se ha caracterizado por la precariedad del control estatal sobre su funcionamiento, el establecimiento de esquemas tarifarios inadecuados y la ausencia de planeación del sector, lo cual ha producido exceso en la oferta de TPC, demarcación inadecuada de recorridos, deterioro de los vehículos, altos niveles de accidentalidad, deficiencia en la calidad del servicio y desintegración del sistema de transporte público”.

Molinero y Sánchez (1998) expresan que un sistema de transporte se compone principalmente de tres elementos físicos, siendo éstos:

- a) Vehículo: Son las unidades de transporte y normalmente su conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses y trolebuses y de equipo rodante para el caso del transporte férreo.
- b) Infraestructura: Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones ya sean éstas terminales,

de transbordo o normales los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización y los sistemas de suministro de energía.

- c) Red de transporte: Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebuses, tren ligero y metro que operan en una ciudad.

2.4 La Importancia del Transporte Público

Molinero y Sánchez (1998) son de opinión que el transporte público urbano de pasajeros es considerado como un servicio primordial para la comunidad por ser un servicio que utilizan millones de personas en el mundo, este servicio es básico e importante y puede definirse como el enlace entre las personas y el lugar en el que estas personas quieren o necesitan estar. Para que este servicio sea eficiente debe considerarse el nivel de satisfacción de todos los actores que tanto directa como indirectamente contribuyen en este servicio tales como los usuarios, comunidad, gobierno, conductores y concesionarios.

Para Arango et al. (2012) la importancia del transporte urbano en las grandes urbes deriva de su capacidad para gestar una serie de actividades que mueven la

economía de todos los que participan en ella y facilita la movilidad de las personas contribuyendo con su desplazamiento.

Rojas y Mello (2005) señalan que el transporte público colectivo (TPC) se ha consolidado como un eje importante para la planeación y gestión de ciudades. Por ser un servicio que atiende a la mayoría de la población, el transporte es un tema que requiere de estudio, innovación e intercambio constante de información entre los diferentes actores involucrados. Las ciudades de los países en desarrollo, al no contar con abundantes recursos económicos tienen el gran desafío de aprender de las soluciones implementadas en diferentes geografías.

En 2008, Navas expuso que el transporte público es necesario para desplazarse a los largo de las ciudades al igual constituye el medio motorizado que representa menores costos para los usuarios y cuyo impacto en el medio ambiente es relativamente bajo con respecto al transporte privado, ya con el uso de este servicio se disminuyen los automóviles particulares. Del mismo modo, el transporte público determina el acceso de los individuos a los diferentes espacios de la ciudad, especialmente de aquellos con niveles de ingreso bajos que no tienen la posibilidad de tener carro propio estableciendo una relación directa entre transporte, equidad y desarrollo económico urbano.

2.5 Requerimientos del Servicio de Transporte Público

Para contar con estudios reales que permitan evaluar las necesidades básicas de cada ciudad, área de estudio o corredor en cuanto a las condiciones de transporte público colectivo, se debe reconocer la existencia de tres actores importantes en los sistemas de transporte público que se encuentran relacionados y que son parte fundamental en la prestación de este servicio, de igual forma se debe analizar con detenimiento los requerimientos de cada grupo de involucrados. Estos grupos fueron definidos por Molinero y Sánchez (1998):

| Cuadro 2. 1. Requerimientos del Sistema de Transporte | | |
|--|-------------------------|----------------------------|
| Usuario | Prestatario | Comunidad |
| Disponibilidad | Cobertura del sistema | Calidad del servicio |
| Puntualidad | Confiabilidad | Costos del sistema |
| Tiempo de recorrido | Velocidad | Objetivos sociales |
| Comodidad | Capacidad | Impactos al medio ambiente |
| Conveniencia | Flexibilidad | Consumo de energía |
| Seguridad | Seguridad | Impactos a largo plazo |
| Costos al usuario | Costos | |
| | Atracción de usuarios | |
| | Efectos complementarios | |

Fuente. Elaboración propia con base en Molinero y Sánchez (1998)

En los siguientes apartados se expone parte de la obra de Molinero y Sánchez (1998) en donde explican más a detalle en qué consisten estos requerimientos.

2.5.1 Requerimientos del Usuario

Entre los principales requerimientos del usuario esta la disponibilidad de transporte ya que este requiere contar con paradas o estaciones razonablemente cercanas, un servicio regular y que lo pueda utilizar a cualquier hora del día (Molinero y Sánchez, 1998).

Al igual requiere un servicio puntual y confiable, el cual le permita abordar la unidad dentro de los rangos aceptables de demora, que para el caso de autobús puede estar entre cero y cuatro minutos. El usuario aceptará retrasos dependiendo de la distancia que tenga que recorrer ya que las demoras por el tránsito y las interferencias ocasionadas por otros medios de transporte son las causas de retardos que se presentan más frecuentemente. Un factor importante para lograr una confiabilidad en el sistema implica el control operativo del sistema, lo cual implica la separación del derecho de vía del transporte público del resto de la circulación (Molinero y Sánchez, 1998).

Otro requerimiento del es su tiempo de recorrido, estando interesado en el tiempo de recorrido puerta a puerta. Un tiempo de recorrido muy largo inhibe el uso del transporte público, motivo por el cual se debe prestar atención especial no solamente a los tiempos de a bordo de la unidad sino también a los tiempos de espera y de caminata a la parada (Molinero y Sánchez, 1998).

Un requerimiento difícil de definir es la comodidad ya que incluye varios factores cualitativos. Sin embargo, la disponibilidad de asiento y un recorrido suave son factores que aprecia el usuario. Otros factores son la comodidad del asiento, el diseño de las entradas y salidas del vehículo, el ancho de los pasillos, los niveles de ruido interior, el grado de privacidad y la apariencia tanto exterior como interior del vehículo (Molinero y Sánchez, 1998).

La conveniencia es un requerimiento que se refiere al sistema en general y sus principales factores que se pueden considerar son aspectos como la cobertura del sistema, la necesidad de efectuar transbordos, la existencia de información suficiente y confiable, que el servicio que se presta sea, la existencia de un servicio adecuado en las horas de menor demanda y que las instalaciones de espera estén correctamente diseñadas y ajustadas a las necesidades del usuario (Molinero y Sánchez, 1998).

La seguridad del usuario, este es un requerimiento en el que el usuario busca una prevención de accidentes, pero de igual forma busca una mayor prevención de incidentes criminales (Molinero y Sánchez, 1998).

Finalmente, el costo que presenta el transporte para el usuario es un requerimiento importante a tener en cuenta, ya que esta impacta directamente en su economía. (Molinero y Sánchez, 1998).

2.5.2 Requerimientos del Prestatario

Una adecuada cobertura de área se puede definir como la superficie o cuenca que se encuentra a 5 o 10 minutos de distancia recorrida a pie de una estación o parada. Esta se puede expresar como un porcentaje del área urbana que queda dentro del área de servicio. Al analizar el prestatario la cobertura que logra debe considerar la expresión misma de la red, la existencia de otros medios de transporte y la cobertura que logra en los puntos de mayor atracción o generación de viajes (Molinero y Sánchez, 1998).

El prestatario debe asegurar proporcionar una frecuencia adecuada al tipo de viaje que preste, por lo que se deben buscar frecuencias regulares y altas que permitan atraer cualquier tipo de viaje, ya sea de trabajo, de recreación, de compras o de estudio (Molinero y Sánchez, 1998).

La confiabilidad en el sistema de transporte va a depender del mantenimiento que el prestatario le dé a sus unidades, la cual puede ser medida en función del porcentaje de salidas que se den durante el día. Se considera que los medios de transporte de superficie presentan confiabilidades del orden del 75% al 90% mientras que los sistemas férreos este porcentaje debe ser mayor al 95% (Molinero y Sánchez, 1998).

Al prestatario siempre quiere lograr velocidades comerciales altas en sus rutas o líneas mismas que afectan el tamaño de su parque vehicular y por ello sus costos laborales, de energéticos y mantenimiento así como la atracción de pasajeros al sistema (Molinero y Sánchez, 1998).

El prestatario siempre estará interesado en lograr el equilibrio entre la oferta y la demanda del sistema que opera ya que con ello logrará satisfacer las necesidades de su clientela dentro de sus costos razonables (Molinero y Sánchez, 1998).

Los costos son un factor muy importante para el prestatario. Estos costos se dividen en tres conceptos: el costo de inversión, el costo de operación y los ingresos, mismos que varían conforme a las características y condiciones de cada sistema de transporte, así como a lo largo del tiempo (Molinero y Sánchez, 1998).

La flexibilidad es un requerimientos en el cual el prestatario busca contar con un control suficiente de las rutas, la capacidad con que cuenta y el tipo de vehículos con los que puede operar (Molinero y Sánchez, 1998).

Con lo que respecta a la seguridad el prestatario no solo busca la seguridad conforme al usuario sino que también busca la seguridad operacional del sistema (Molinero y Sánchez, 1998).

El atraer usuarios es sin duda el requerimiento más importante que tiene el prestatario ya que de ello dependerá el éxito de la ruta dentro del sistema de

transporte. Esta atracción está en función del tipo y nivel de servicio que se ofrezca así como también de la imagen del sistema. Esta imagen se encuentra compuesta de las características físicas que tiene el sistema, la simplicidad de la red, la confiabilidad del servicio, la regularidad y la identificación y venta del servicio mismo (Molinero y Sánchez, 1998).

2.5.3 Requerimientos de la Comunidad

El principal interés de la comunidad es que el servicio que se preste sea el tipo de servicio adecuado, que permita una mayor atracción de usuarios. La comunidad debe reglamentar los impactos a largo plazo que se tengan por el uso del transporte tales como: desarrollo urbano, cambios en el valor del uso del suelo y actividades económicas así como también aspectos que tienen que ver con el medio ambiente, con el uso eficiente de la energía y con el logro de una eficiencia económica en las inversiones que realice. Indudablemente, la comunidad debe apreciar los objetivos sociales que persiga (Molinero y Sánchez, 1998).

2.6 El Transporte Público en el Estado de Michoacán

El transporte público en el Estado de Michoacán está regido por la Comisión Coordinadora del Transporte Público, mediante Decreto Administrativo, para fijar las directrices en materia de servicio público de autotransporte.

El transporte público en el estado de Michoacán ha ido evolucionando a lo largo de los años, antes de implementar el servicio de colectivo urbano para cumplir con la demanda de la sociedad se implementaron autos de alquiler los cuales tenían una capacidad de cinco personas, después debido al crecimiento poblacional la demanda del transporte aumento, por lo que comenzaron a utilizarse los camiones urbanos que tenían una mayor capacidad pero con costos más altos, posteriormente y hasta la actualidad se han puesto en marcha la circulación de los colectivos urbanos ya que estos a diferencia de los camiones son más económicos en mantenimiento y es el transporte que más predomina en el Estado (COCOTRA, 2015).

Para el 2015 la Comisión Coordinadora del Transporte Público tiene registradas en los 113 municipios del Estado 38,197 unidades de transporte público distribuidas entre las diferentes modalidades las cuales son:

| Cuadro 2. 2. Distribución por Modalidad de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015 | |
|--|-----------------|
| Modalidad | Unidades |
| Auto de alquiler | 26,615 |
| Urbano | 1,204 |
| Urbano y suburbano | 643 |
| Suburbano | 227 |

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Colectivo urbano | 294 |
| Colectivo suburbano | 19 |
| Colectivo urbano y suburbano | 2,081 |
| Colectivo foráneo | 147 |
| Foráneo de primera clase | 1,683 |
| Foráneo de segunda clase y mixto | 767 |
| Total | 38,197 |

Fuente: Elaboración propia con base en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán, 2014.

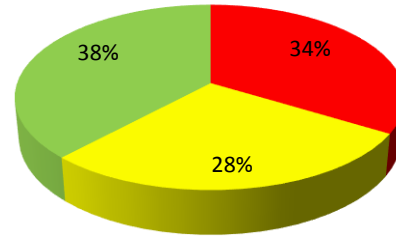
Año con año se ha visto un aumento significativo en las unidades de transporte llegando al punto de que el servicio se encuentra sobre-ofertado (COCOTRA, 2015). A continuación se muestra la oferta y demanda del servicio en los años 2005, 2010 y 2015.

| Cuadro 2. 3. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2005 | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Servicio | N° de Municipios | Porcentaje |
| | Sobre-Ofertado | 38 | 34% |
| | Semi-Ofertado | 32 | 28% |
| | Con posibilidades de oferta | 43 | 38% |
| | Total | 113 | 100% |

Cuadro 2. 4. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2005

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 113 Municipios | Población (Demanda) | Unidades de Transporte (Oferta) | <u>Habitantes Vehículos</u> |
| | 4,213,537 Habitantes (100%) | 24,431 Vehículos (100%) | 173 Habitantes por vehículo |

Gráfica 2. 1. Oferta del Transporte Público, 2005



Fuente: Elaboración propia con base en el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público, 2004.

Para el año 2005 se puede observar una baja sobre-oferta del servicio y con posibilidades de oferta, correspondiendo 173 habitantes por vehículo.

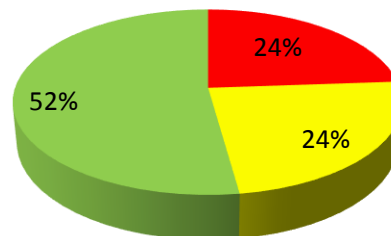
Cuadro 2. 5. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2010

| | Servicio | N° de Municipios | Porcentaje |
|--|-----------------------------|------------------|-------------|
| | Sobre-Ofertado | 27 | 24% |
| | Semi-Ofertado | 27 | 24% |
| | Con posibilidades de oferta | 59 | 52% |
| | Total | 113 | 100% |

Cuadro 2. 6. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2010

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 113 Municipios | Población (Demanda) | Unidades de Transporte (Oferta) | <u>Habitantes Vehículos</u> |
| | 4,535,057 Habitantes (100%) | 32,320 Vehículos (100%) | 140 Habitantes por vehículo |

Gráfica 2. 2. Oferta del Transporte Público, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público, 2009.

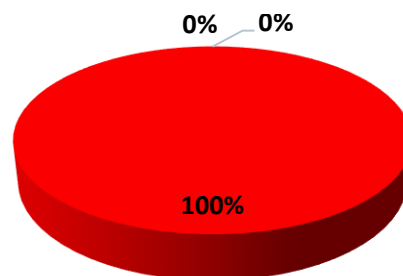
Para el año 2010 hubo una disminución de sobre-oferta del servicio a comparación del 2005 y aun así con posibilidades de oferta, correspondiendo 140 habitantes por vehículo.

| Cuadro 2. 7. Oferta del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015 | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Servicio | N° de Municipios | Porcentaje |
| | Sobre-Ofertado | 113 | 100% |
| | Semi-Ofertado | 0 | 0% |
| | Con posibilidades de oferta | 0 | 0% |
| | Total | 113 | 100% |

Cuadro 2. 8. Demanda del Servicio de Transporte Público en el Estado de Michoacán, 2015.

| | Población (Demanda) | Unidades de Transporte (Oferta) | Habitantes Vehículos |
|----------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| 113 Municipios | 4,563,849 Habitantes (100%) | 38,197 Vehículos (100%) | 119 Habitantes por vehículo |

Gráfica 2. 3. Oferta del Transporte Público, 2015



Fuente: Elaboración propia con base en el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público, 2014.

Para el 2015 el servicio se encuentra al 100% de sobre-oferta, sin posibilidades de oferta, correspondiendo 119 habitantes por vehículo. Para lo cual la autoridad correspondiente de emitir concesiones, pactó con las asociaciones de transportistas que para este año no se emitirán más concesiones del servicio.

El transporte que más prevalece en el Estado es el colectivo urbano del que se tienen registradas 4,517 unidades, por lo que la presente investigación centrara su atención en esta modalidad de transporte.

Durante el periodo 2005-2015 se ha visto un incremento significativo de las unidades de 3,115 a 4, 447. De los municipios con mayor número de unidades son Morelia, Zitácuaro, Maravatio, Lázaro Cárdenas, Pátzcuaro, Zamora, Hidalgo, Sahuayo, La Piedad y Uruapan y entres los de menor número de unidades están Chucándiro, Numarán, Susupuato, Purépero, Taretan, Tzintzuntzan, Vista Hermosa, Tiquicheo, Acuitzio y Tuzantla.

| Cuadro 2. 9. Número de Unidades de Colectivo Urbano en el Periodo 2005-2015 | |
|--|-----------------|
| Año | Unidades |
| 2005 | 3,115 |
| 2006 | 3,115 |
| 2007 | 3,057 |
| 2008 | 3,057 |
| 2009 | 3,378 |
| 2010 | 3,577 |
| 2011 | 3,509 |
| 2012 | 3,937 |
| 2013 | 4,421 |
| 2014 | 4,423 |
| 2015 | 4,447 |

Fuente: Elaboración propia con base en el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público, 2005-2015.

Durante el periodo de 2005 a 2015 no solo ha sido evidente el aumento en las unidades sino también el aumento en el costo, ya que en este periodo el costo de peaje ha aumentado de \$4.00 a \$7.00, principalmente este aumento es debido al incremento en el costo de la gasolina.

| Cuadro 2. 10. Costo de Peaje en el Periodo 2005-2015 | |
|---|-----------------|
| Año | Unidades |
| 2005 | 4.00 |
| 2006 | 4.00 |
| 2007 | 4.50 |
| 2008 | 4.50 |
| 2009 | 4.50 |
| 2010 | 5.00 |
| 2011 | 6.00 |
| 2012 | 6.00 |
| 2013 | 7.00 |
| 2014 | 7.00 |
| 2015 | 7.00 |

Fuente: Elaboración propia con base en el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público, 2005-2015.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis de lo que gasta en promedio una persona por hacer uso del servicio de transporte público en el Estado con las tarifas correspondientes del 2015.

Cuadro 2. 11. Gasto Promedio por Persona en el Uso de Transporte Público

| | 2 unidades | % del Salario Mínimo \$68.28 MN en Michoacán | 4 unidades | % del Salario Mínimo \$68.28 MN en Michoacán |
|-------------------|---------------|---|---------------|---|
| Por día | \$14.00 MN | | \$28.00 MN | |
| Por semana | \$98.00 MN | | \$196.00 MN | |
| Por mes | \$392.00 MN | 20.51% | \$784.00 MN | 41.02% |
| Por año | \$4,704.00 MN | | \$9,408.00 MN | |

Fuente: Elaboración propia con base en el salario mínimo del año 2015 y en la cuota de transporte público correspondiente al año 2015, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán.

En promedio una persona utiliza 2 unidades de colectivo urbano por día, esto varía dependiendo de sus necesidades, debido a que hay personas que llegan a utilizar hasta 4 unidades por día. Esto significa que del salario mínimo un 20.51% es destinado al pago de transporte colectivo, o en el caso de las personas que utilizan más de dos unidades destinan un 40.02% del salario mínimo.

2.6.1 Definiciones del Servicio

El transporte público en el Estado tiene sus propias definiciones establecidas en la Ley de Comunicaciones y Transporte del Estado de Michoacán del año 2014 las cuales a la letra dicen:

- a) Vías estatales de comunicación son todas las existentes en Michoacán, que no sean de jurisdicción federal.

- b) Servicio público de autotransporte es el traslado de personas, equipaje y carga por calles y caminos de jurisdicción estatal, en vehículos autorizados y mediante el pago de una retribución en numerario, en las condiciones que establecen esta Ley y su Reglamento.

- c) Concesión de un servicio público de autotransporte es el acto unilateral, de derecho público, por medio del cual el Ejecutivo del Estado otorga autorización anual, con vigencia de un año fiscal, susceptible de renovación, a una persona física o moral para prestar mediante una remuneración, el servicio de autotransporte de personas o cosas en las vías públicas de jurisdicción estatal, en vehículos autorizados de acuerdo a esta Ley y su Reglamento.

- d) Permiso de servicio público de autotransporte es el acto unilateral por medio del cual el Ejecutivo del Estado otorga autorización hasta por un mes, susceptible de renovación, a una persona física o moral, para prestar mediante una remuneración, el servicio de autotransporte de personas o cosas en las vías públicas de jurisdicción estatal en vehículos autorizados conforme a esta Ley y su Reglamento.

- e) Vehículo de servicio público es aquel automotor que se utiliza para prestar un servicio de autotransporte y se opera en virtud de una concesión o permiso sujetos a esta Ley y su Reglamento.

- f) Itinerario es el recorrido que deba hacer un vehículo en las vías públicas del Estado, entre los puntos extremos e intermedios que fije la concesión o permiso.

- g) Tarifa es la lista de precios a que estarán sujetos los servicios de autotransporte, que habrá de liquidar el público usuario de acuerdo con los servicios prestados.

- h) Horario es el régimen de horas de salida y llegada de los vehículos sujetos a itinerario de servicio público, respecto a cada uno de los diferentes puntos del recorrido del itinerario, así como la indicación del tiempo de estacionamiento en los puntos intermedios de la misma.

- i) Sitio es el lugar de la vía pública o el predio autorizado para estacionamiento de automóviles de servicio público de pasajeros o vehículos de carga, no sujetos a itinerarios y al que el público pueda acudir para la contratación de sus servicios.

- j) Terminal es el lugar autorizado donde los concesionarios o permisionarios que presten servicio público de pasajeros, de carga o mixtos, sujetos a

itinerarios, estacionen sus vehículos antes de iniciar o al terminar sus recorridos.

2.6.2 Concesiones y Permisos

En el Estado de Michoacán para que una unidad de transporte público pueda circular legalmente por las calles debe contar con una concesión o permiso bajo los términos establecidos en Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado que a la letra dice que el servicio público de autotransporte tiene como objeto la satisfacción de una necesidad de interés social y solo el ejecutivo del estado tiene la facultad de otorgar, cancelar o modificar concesiones y permisos a las personas físicas o morales para la prestación de dicho servicio, sin más limitaciones que las que imponga el interés público (LCT, 2014).

Las personas físicas no pueden tener más de una concesión o permiso, ni se les puede otorgar una nueva concesión a quien haya sido concesionario. Solo el Ejecutivo puede determinar el número de concesiones o permisos que se otorguen a organismos públicos descentralizados, sociedades, cooperativas, ayuntamientos, ejidos, comunidades o a uniones de ejidos y comunidades (LCT, 2014).

2.6.3 Clasificación del Servicio

Los servicios de transporte público se encuentran clasificados en la Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado del año 2014 que a la letra dice:

- a) Servicio urbano, suburbano y foráneo de transporte de personas es el que se preste en autobuses cerrados, sujeto a itinerario, tarifa por pasajero y horario determinados. Puede ser de primera o segunda clase según su calidad, rapidez, comodidad, tarifa y número de paradas.
- b) Servicio colectivo urbano, suburbano y foráneo de transporte de personas, es el que se preste en vehículos cerrados, automóvil o camioneta, que está sujeto a itinerario, tarifa por pasajero y puede tener o no horario determinado.
- c) Servicio de autos de alquiler es el que se presta a personas, en automóviles cerrados, con tarifa determinada, sin horario ni itinerarios fijos.
- d) Servicio de autotransporte mixto es el que se presta para transportar personas y cosas en el mismo vehículo, el cual debe acondicionarse con compartimientos para los pasajeros, para el equipaje y para la carga. Este servicio debe tener itinerario, tarifa y horario determinados

El servicio público de transporte colectivo se divide en:

- a) Urbano: Es aquel que se presta dentro de las zonas urbanas del territorio municipal.
- b) Suburbano: Es aquel que se presta en las comunidades rurales hacia la cabecera municipal y viceversa, o de una comunidad a otra, dentro del territorio nacional.

Es importante mencionar estas definiciones ya que a lo largo del trabajo nos referiremos tanto al transporte público colectivo urbano como el suburbano.

2.7 El Transporte Público en la Ciudad de Morelia

La Ciudad de Morelia es la capital del Estado y actualmente cuenta con 762,431 habitantes. La ciudad cuenta con el mayor número de unidades de colectivo urbano y mayor número de rutas, cómo se muestra a continuación (DOD, 2015):

| Cuadro 2. 12. Rutas en la Ciudad de Morelia | | |
|--|--------------|---------------------------|
| Núm. | Rutas | Número de unidades |
| 1 | Amarilla 1 | 45 |
| 2 | Amarilla 2 | 60 |
| 3 | Azul A | 35 |
| 4 | Azul B | 35 |

| | | |
|----|--------------------|-----|
| 5 | Azul C | 20 |
| 6 | Café 1 | 47 |
| 7 | Café 1-A | 13 |
| 8 | Café 2 | 35 |
| 9 | Café 2-B | 52 |
| 10 | Coral 1 | 38 |
| 11 | Coral 2 | 20 |
| 12 | Coral 2-A | 45 |
| 13 | Crema 1 | 34 |
| 14 | Crema 2 | 25 |
| 15 | Crema 2-A | 25 |
| 16 | Gris 1 | 122 |
| 17 | Gris 2 | 44 |
| 18 | Gris 3 | 60 |
| 19 | Gris 4 | 34 |
| 20 | Guinda 1 | 54 |
| 21 | Guinda 2 | 27 |
| 22 | Morada 1 | 64 |
| 23 | Morada 2 | 50 |
| 24 | Naranja 1 | 43 |
| 25 | Naranja 2 | 42 |
| 26 | Naranja 3 Erandeni | 65 |
| 27 | Naranja 3 Galaxia | 65 |
| 28 | Negra | 45 |
| 29 | Oro Verde | 62 |
| 30 | Roja 1 | 50 |
| 31 | Roja 2 | 25 |
| 32 | Roja 2 Oken | 25 |
| 33 | Roja 3 | 30 |
| 34 | Roja 3-A | 30 |

| | | |
|----|--------------------------|--------------|
| 35 | Roja 3-B | 30 |
| 36 | Roja 4 | 36 |
| 37 | Roja 4-M | 72 |
| 38 | Rosa 1 | 52 |
| 39 | Rosa 2 | 30 |
| 40 | Rosa 2-B | 16 |
| 41 | Rosa 3 | 27 |
| 42 | Verde 1 | 28 |
| 43 | Verde 2 | 27 |
| 44 | Verde 3 | 15 |
| 45 | Verde 4 | 37 |
| 46 | Verde 4-B | 38 |
| | Total de Unidades | 1,874 |

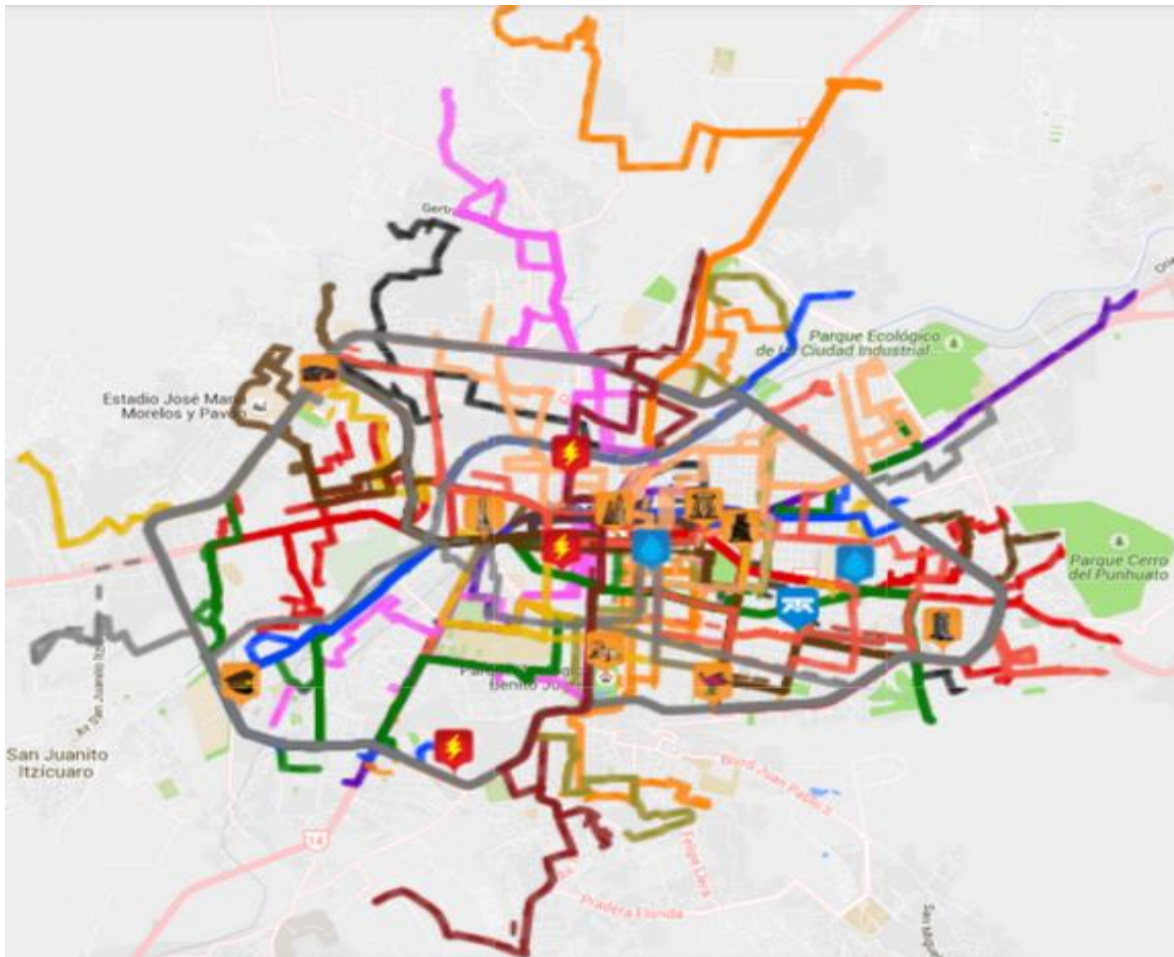
Fuente. Elaboración propia con base en <http://el-rutero.com> (Página creada por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH)

La ciudad cuenta con 46 rutas y 1,874 unidades para cumplir con las necesidades de la población. La ruta que menor número de unidades tiene es la ruta Café 1-A con 13 unidades y la de mayor unidades es la ruta Naranja 3 con 130 unidades. La distribución de unidades entre las rutas no es proporcional, ya que esta distribución se da atendiendo a la demanda de los usuarios.

Cada ruta cuenta con un recorrido trazado, y con un tiempo de recorrido estipulado. En ocasiones este recorrido se ve afectado por los múltiples problemas viales que se presentan en la ciudad, cómo son calles en reparación, marchas o plantones ocasionando así que el tiempo de recorrido aumente. Otra dificultad que presenta el servicio es que un gran número de rutas coinciden en sus recorridos, ocasionando

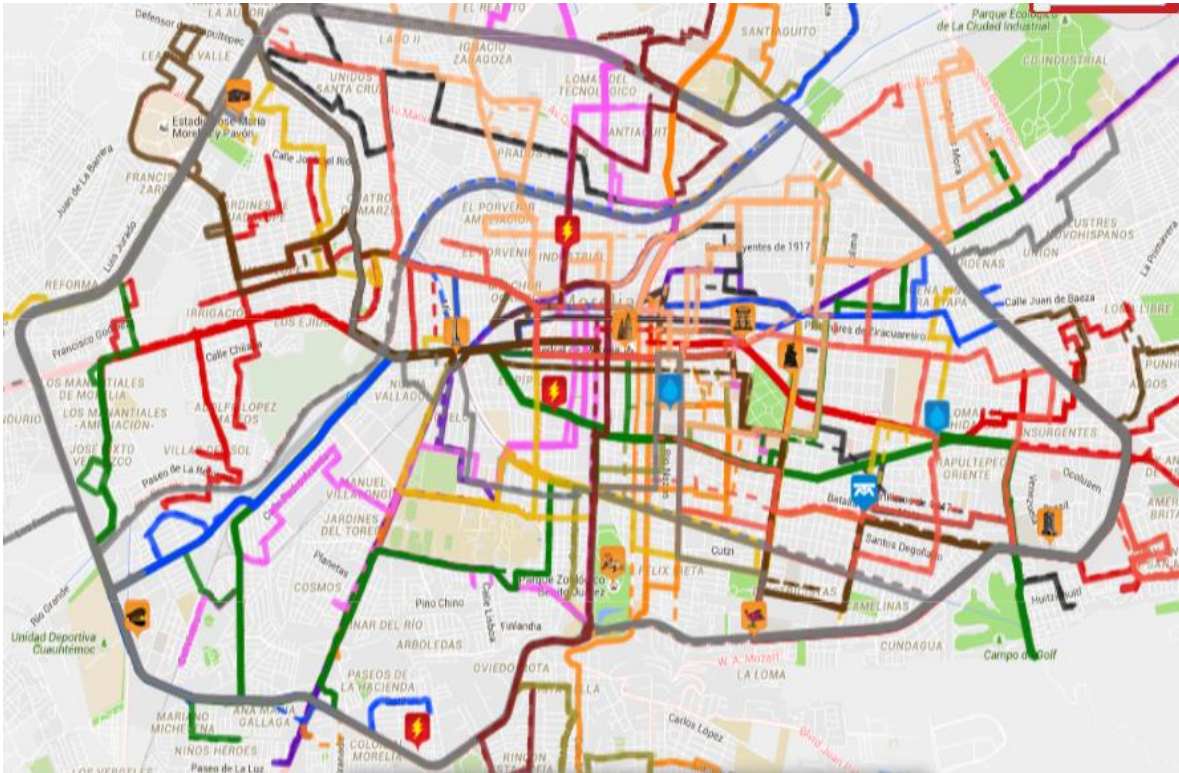
con ello embotellamientos en los principales puntos de la ciudad. En la figura 2.1 y figura 2.2 se puede observar el recorrido de cada uno de las rutas.

Figura 2. 1. Mapa de Recorrido del Colectivo Urbano en la Ciudad de Morelia



Fuente. <http://el-rutero.com> (Página creada por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH)

Figura 2. 2. Mapa de Recorrido del Colectivo Urbano en el Centro de la Ciudad de Morelia



Fuente. <http://el-rutero.com> (Página creada por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH)

En la figura 2.2 se puede observar que un gran número de rutas pasan por el centro de la ciudad, y las calles de mayor concentración de unidades son la calle Bartolomé de las Casas, donde circulan 19 rutas, la calle Allende con 16 rutas, al igual en el monumento a Lázaro Cárdenas son 21 rutas las que se encuentran transitando diariamente. Sin embargo, las colonias que están más alejadas del centro de la ciudad se encuentran escasas del servicio de transporte público.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exponen las políticas públicas en forma general, así como las políticas públicas en el transporte. Al igual se habla de las diversas definiciones de eficiencia y de los determinantes paramétricos y no paramétricos para determinar la frontera eficiente, llegando así a los modelos de eficiencia DEA. Posteriormente se hace una pequeña descripción de los estudios de Farrell, así como de la eficiencia técnica, eficiencia de escala y eficiencia asignativa. También se llevó a cabo una revisión literaria sobre la medición de la eficiencia en el transporte.

3.1 Políticas Públicas

Para Roth (2002) antes de definir el concepto de política pública es preciso señalar por lo menos tres acepciones que se encuentran cobijadas por la misma palabra y que el idioma inglés sí distingue. Primero, la política como el ámbito del gobierno de las sociedades humanas, polity en inglés. Segundo, la política como la actividad de organización y lucha por el control del poder, politics en inglés. Y, finalmente, la política como designación de los propósitos y programas de las autoridades públicas, policy en inglés. Claramente, el propósito de la política pública tiene que ver en especial con esta última aceptación.

Existen varios conceptos de Políticas Públicas entre las más mencionadas podemos encontrar que:

- a) “Las políticas públicas son un conjunto de acciones, que son intencionales y causales. Intencionales, porque se orientan a realizar objetivos considerados de valor público o a resolver problemas cuya solución se considera de interés o beneficio público, y acciones causales, porque la acción es considerada idónea y eficaz para realizar el objeto o resolver el problema” (Aguilar, 1996).

- b) “Una política pública es el resultado de la actividad de una autoridad investida de poder público y de legitimidad gubernamental” (Thoening et. al. 1992).

- c) “Políticas públicas son aquellas estrategias encaminadas a resolver problemas públicos. El enfoque de políticas públicas tiene dos dimensiones: el estudio de la multicausalidad de los procesos decisionales y el conocimiento de la mejor opción para lograr las soluciones” (Lasswell, 1996).

Lahera (2002) hace mención que en cuanto a los actores de las políticas públicas, puede señalarse que la comunidad en la que se encuentra el origen del poder democrático legítimamente busca ejercerlo también en este terreno; las personas se interesan y participan en la solución de sus inquietudes, a nivel nacional y a nivel municipal o regional. Todos los grupos pueden adoptar actitudes oportunistas o corporativistas. La participación se refiere a la posibilidad que personas o grupos tienen para influir, hacerse presentes, en la determinación de la agenda pública y también en la formulación, ejecución y evaluación de las políticas públicas. Entre los diversos aspectos de la participación asume creciente importancia la

representación social de los beneficiarios de las reformas, incluyendo temas de la participación, representación y corporativismo social.

El proceso de políticas públicas puede descomponerse analíticamente como una secuencia de actividades, desde el inicio hasta el final, desde un problema hasta los resultados. Para Thoening et. al. (1992) son cinco las fases principales que componen este proceso, las cuales son:

- a) *“La identificación de un problema:* el sistema político advierte que un problema exige un tratamiento y lo incluye en la agenda de una autoridad pública”.
- b) *“La formulación de soluciones:* se estudian las respuestas, se elaboran y se negocian para establecer un proceso de acción por la autoridad pública”.
- c) *“La toma de decisiones:* el decisor público oficialmente habilitado elige una solución particular que se convierte en política legítima”.
- d) *“La ejecución del programa:* una política es aplicada y administrada sobre el terreno. Es la fase ejecutiva”.
- e) *“La terminación de la acción:* se produce una evaluación de resultados que desemboca en el final de la acción emprendida”.

Cabrero (2002) expresa que las políticas públicas tienen que pasar por el siguiente ciclo:

- a) “Establecimiento de la agenda: un sistema democrático abierto y plural, con posibilidad de flujos continuos de abajo hacia arriba, requiere de un aparato gubernamental con un alto grado de permeabilidad. Se trata de un aparato permeable a la opinión pública, a las demandas ciudadanas, a la inclusión de amplias redes de actores y agencias no gubernamentales en el desarrollo de una política. Además, se trata de un aparato que en su interior establece relaciones intergubernamentales (entre diferentes niveles de gobierno) e intragubernamentales (entre los tres poderes). Evidentemente, en diversos momentos políticos y ante diferentes tipos de problemas, este grado de permeabilidad será mayor o menor, nunca una función constante”.

- b) “Formulación y diseño de políticas: es en esta fase que tiene mayor peso la visión del *policy analysis*, y donde la lógica técnica y modelística tiene su más amplio espacio de acción y de reconocimiento: es el momento en el que más frecuentemente se hace uso de modelos de *public choice*; es también el momento de mayor riesgo de perder contacto con el carácter público de la política. Es a partir de esta fase de la política pública que se ha desatado un intenso debate entre quienes sostienen una visión normativa y quienes están más preocupados por una visión integral y

constructiva de valores democráticos de la política pública. Los segundos subrayan el *public* y los primeros el *policy*”.

Es, en fin, en esta fase donde, aun cuando se trate de sistemas democráticos abiertos y plurales, el grado de permeabilidad es menor debido al lenguaje técnico o científico particular a la política en cuestión. Como estrategias para mantener el carácter público y participativo en esta fase, autores como Charles Lindblom (1994) sostienen la necesidad de involucrar al ciudadano mediante un proceso de investigación al servicio de la sociedad, el cual utilice el lenguaje cotidiano y capacite al ciudadano para opinar.

- c) “Implementación de políticas: esta fase se caracteriza por incorporar una red diversificada de agencias ejecutoras, diversas en la medida en que corresponden a diferentes niveles de gobierno y en la medida en que incluyen muy frecuentemente agencias no gubernamentales. El problema fundamental de la implementación de políticas es la coordinación, el direccionamiento de la política. Evidentemente, dada la diversidad de agencias (algunas fuera de la esfera gubernamental) las desviaciones en la orientación de las políticas puede darse con facilidad”.

Sin embargo, los costos de transacción de un proceso de este tipo se pagan con los beneficios políticos de inclusión de redes diversificadas; esto legitima los procesos haciendo a un número mayor de agencias

responsables ante la población, lo cual genera además una dosis de competencia e incentivos a la búsqueda de eficiencia y eficacia de las políticas.

Por otra parte, se establecen dinámicas de congestión de programas y políticas en las que la ciudadanía asume una responsabilidad más directa sobre la calidad y supervisión de los programas.

- d) “Evaluación de políticas: el tema de la evaluación de políticas es uno de los más polémicos en su discusión y de los más dinámicos en su desarrollo”.

Esto es así por la importancia que le asigna un sistema abierto y plural a una fase del proceso que finalmente es la que legitima o condena la acción gubernamental. Aquí se reencuentran los dos componentes del campo de las políticas: por una parte, la necesidad de tener claro si las elecciones técnicas y/o científicas fueron las acertadas, es decir, si los impactos fueron los esperados, y, por otra, si la ciudadanía percibe como exitoso el programa, ya no desde los indicadores observados sino desde su bienestar y satisfacción.

3.2 Políticas Públicas para el Transporte

Las políticas de transporte que se implementan tienen que dar respuesta a los requerimientos que tienen los ciudadanos. Las necesidades de desplazamientos no son únicas ni genéricas, al contrario, dependen de las características colectivas e individuales de los ciudadanos. Las políticas públicas deben adaptarse a estos diferentes perfiles y contemplarlos de forma singular. Para Miralles y Frontera (2003) las necesidades de las mujeres, de los niños o de las personas mayores tienen poco espacio en los diseños de estas políticas públicas, lo que causa verdaderas situaciones de exclusión social.

Miralles y Frontera (2003) expresan que es importante transmitir a la opinión pública los costes reales de la movilidad, según los distintos medios de transporte que se utilizan, tanto si estos son asumidos por la colectividad como por los individuos. Es necesario que los ciudadanos perciban la realidad de los transportes desde la óptica de los gastos, ya que sin este ejercicio de pedagogía política la percepción ciudadana respecto a este tema resulta muy distorsionada.

Para Martínez y Valle (2011) el sistema de transporte público tiene que operar de manera eficiente y ser planificado de manera integral, considerando todos los sectores con los que hay influencia recíproca. De ese modo se alcanzaría no sólo el objetivo último de traslado de un lugar a otro, sino que se promovería la

estructuración del tejido urbano según una planificación estratégica, junto con el desarrollo integral de la sociedad, el ambiente y la economía.

La Asociación Internacional de Transporte Público (UITP) ha considerado entre los ejes fundamentales del transporte sostenible el suministro de un transporte de pasajeros público o colectivo afianzado en el paradigma de la sostenibilidad que refleja los objetivos de igualdad social, integridad ecológica y bienestar humano, independiente de la época o de la situación (UNAM, 2011).

La UITP considera que una movilidad urbana debe enfocarse en tres pilares fundamentales, un uso de suelo que incorpore las necesidades de movilidad, la restricción del uso del vehículo privado y la promoción de un sistema de transporte eficaz. En este sentido, la movilidad gira, esencialmente, a favor del desarrollo humano y su entorno y debe ser entendida como una necesidad básica que permite acceder al trabajo, los mercados, la educación, la sanidad, otros servicios primarios y el ocio. La conformidad de un sistema de transporte público adecuado es, hoy en día, uno de los ejes fundamentales para garantizar de forma efectiva el derecho a una movilidad apropiada de conjunto con las demás esferas de la política urbanística (tránsito y vialidad, asentamientos humanos, infraestructura, medio ambiente, etc.) (UNAM, 2011).

En las ciudades, el cambio a un transporte menos contaminante se ve facilitado por una menor necesidad de autonomía de los vehículos y por la densidad demográfica más elevada. Hay una disponibilidad mucho mayor de opciones de transporte

público, y existe también la posibilidad de ir caminando o en bicicleta. Las ciudades son las que más padecen de congestión, mala calidad del aire y exposición al ruido (Dirección General de Movilidad y Transporte, 2011).

Estudios realizados por la Dirección General de Movilidad y Transporte (2011) han determinado que el transporte urbano es responsable de casi una cuarta parte de las emisiones de CO₂ originadas por el transporte, y el 69 % de los accidentes de circulación se producen en las ciudades. La eliminación progresiva de los vehículos de propulsión convencional en el entorno urbano es una contribución fundamental a una reducción significativa de la dependencia del petróleo, las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación atmosférica local y la contaminación acústica. Tendrá que estar complementado por el desarrollo de infraestructura adecuada para que los nuevos vehículos puedan repostar combustible o cargar sus baterías.

Del mismo modo la Dirección General de Movilidad y Transporte (2011) ha encontrado que una proporción mayor de desplazamientos realizados con transporte colectivo, combinada con unas obligaciones de servicios mínimos, permitiría incrementar la densidad y frecuencia del servicio, generando con ello un círculo virtuoso para los modos de transporte público. La gestión de la demanda y la ordenación territorial pueden reducir los volúmenes de tráfico. Una parte integrante de la movilidad urbana y del diseño de infraestructuras debe centrarse en facilitar los desplazamientos a pie y en bicicleta.

3.3 Definición de Eficiencia

Para Arzubi y Berbel (2002) en una perspectiva de largo plazo, la eficiencia implica la maximización del beneficio y la minimización del coste. En el corto plazo, los productores eficientes pueden obtener beneficios extraordinarios cuando el precio del producto es mayor que su coste medio.

Para Thompsom (2008) la eficiencia también hace referencia a los recursos que son empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, etc.) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.

Para Hormazábal (2003) la eficiencia es un concepto relativo, que se obtiene por comparación con otras alternativas disponibles, considerando los recursos empleados en la consecución de los resultados; en el caso de la actuación de una empresa, se puede indicar que una empresa es económicamente eficiente cuando es capaz de producir un producto a un menor costo que con el costo que conlleva producirlo con el resto de las alternativas existentes en el mercado. Cada empresa elige la combinación de insumos que le permite obtener su producción de bienes y servicios. La evaluación de como una empresa consigue su producción se realiza con la medición de su eficiencia productiva.

3.3.1 Definición de Eficiencia Técnica

Para Koopmans (1951) una empresa es técnicamente eficiente con respecto a otra cuando para obtener la misma cantidad de outputs consume menos de alguno de los inputs y no más de los restantes, es decir, cuando permite obtener una mayor cantidad de output sin consumir mayor cantidad de ninguno de los inputs.

Farrell (1957) expresa que para que se tenga eficiencia técnica la diferencia entre el mayor incremento proporcional permitido de outputs con el mismo consumo de inputs debe ser igual a la unidad para que este sea considerado eficiente.

3.4 Determinantes Paramétricas y No Paramétricas para determinar la Frontera Eficiente

Afrait (1972) fue el primero en aportar un marco teórico para la propuesta de Farrell de las fronteras no paramétricas para determinar la frontera eficiente, esta consistió en construir una envolvente convexa empleando técnicas de programación matemática a partir de un modelo de maximización de ingresos o minimización de costos en donde las unidades eficientes definen los límites de la frontera y todas las demás firmas se encuentran, ya sea por arriba, o por debajo de la frontera, según sea ésta el resultado.

Para Farrell (1957) este método se llama no-paramétrico porque no requiere la especificación de una forma funcional para la frontera, ni de la existencia de un

término de perturbación, por ello es considerado determinístico en tanto no está permitido que exista algún corrimiento de la frontera, lo que proporciona que haya gran flexibilidad operativa. Aunque este método se puede considerar bueno, también tiene sus desventajas, una de estas es que la frontera es soportada por un subconjunto de observaciones llamadas eficientes debido a esto existe gran probabilidad de que existan “outliers”. Otra desventaja es que cualquier unidad que se aparte de la frontera es considerada ineficiente, por lo que se debe tratar de minimizar los errores de medición en las variables.

En cuanto a los métodos de frontera paramétricas determinísticas esta la propuesta de Farrell que consiste en la posibilidad de estimar una envolvente convexa a partir de una forma funcional previamente especificada. Este método tiene la dificultad de que impone una forma funcional común a todas las unidades productivas, pero tiene la ventaja de contar con una expresión matemática de la frontera.

Forsund y Hjalmarsson (1974) continuaron con la propuesta de Farrell y presentaron modelos en los que se minimiza la diferencia existente entre las observaciones y las predicciones obtenidas de la forma funcional impuesta, ya sea empleando una función de pérdida cuadrática de los errores o en valor absoluto de estos. En cualquier caso para la estimación de los parámetros se emplean técnicas de programación matemática.

Este método tiene tanto ventajas como desventajas en las que se encuentran las siguientes:

Ventajas:

- 1) Identifican fácilmente la frontera asociándola a una forma matemática.
- 2) Tienen lugar un gran número de variaciones en el tema y acomodan de forma simple el estudio de economías cerradas.
- 3) Los desvíos se convierten directamente en las medidas de ineficiencia.

Desventajas:

- 1) El número de observaciones que pueden ser consideradas eficientes está limitado por la forma funcional elegida.
- 2) Al igual que en las fronteras no paramétricas también es sensible a la existencia de “outliers”.
- 3) Los residuos no tienen propiedades estadísticas determinadas, por lo cual no se pueden realizar pruebas de hipótesis.

3.5 Modelos de Eficiencia DEA

Bernaola, et al., (2011) señalan que el método DEA (por sus siglas en inglés, Análisis Envolvente de Datos) calcula una medida de eficiencia máxima para cada unidad de negocios que constituye el objeto de estudio con relación a todas las otras unidades de la población considerada, observándose que cada unidad de toma de decisiones yace sobre o por debajo de la frontera de eficiencia.

Para Navarro (2005) el uso de la técnica DEA se ha enfocado al campo de la producción para la medición de la eficiencia o, en su caso, para proporcionar las estimaciones necesarias sobre la productividad. En este sentido, la definición de eficiencia utilizada en el modelo está dada por:

Eficiencia = Total de salidas / Total de entradas

De manera más general la eficiencia puede definirse como:

$$E = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{\text{Salidas ponderadas}}{\text{Entradas ponderadas}}$$

O formalmente:

$$E = \frac{\sum_{i=0}^N V_i Y_i}{\sum_{i=0}^N U_i X_i}$$

Donde E representa la eficiencia, x_i y y_i son las entradas y salidas respectivamente, mientras que los parámetros u_i y v_i muestran las importancias relativas de cada uno de los parámetros.

La técnica DEA, que resulta de una extensión del trabajo de Farrell (1957), fue desarrollada por Rhodes (1978) en su tesis doctoral. Ese mismo año aparece publicado, en European Journal of Operational Research, el artículo "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", de Charnes, A., Cooper, W y Rhodes, E.

(1981), en el que se presenta la formalización del primer modelo DEA, conocido como modelo DEA-CCR, se le conoce así por las iniciales de cada uno de los autores de dicho modelo.

Este modelo DEA-CCR supone hipótesis de fuerte eliminación gratuita de inputs y outputs y rendimientos constantes a escala. La relajación de esta última, al permitir que la tecnología de producción exhiba rendimientos variables a escala, se debe a Banker, R., Charnes, A. y Cooper, W. (1984), dando lugar al denominado DEA-BCC, (al igual que el modelo anteriormente mencionado, este modelo es denominado así por las iniciales de sus autores). Ambos proporcionan medidas de eficiencia radial (proporcional), input u output orientadas. En este último sentido, debe tenerse presente que, siguiendo a Charnes, et al. (1981), la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones básicas (García et. al. 2003).

- a) “Los modelos output orientados, que buscan, dado el nivel de inputs, el máximo incremento proporcional de los outputs permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. En este sentido una entidad no puede ser caracterizada como una eficiencia si es posible incrementar cualquier output sin incrementar ningún input y sin disminuir ningún otro output”.

- b) “Los modelos input orientados, que persiguen la máxima reducción proporcional en el vector de inputs mientras permanece en la frontera de

posibilidades de producción. Una entidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier input sin alterar sus outputs”.

Jorda (2012) señala que la elección de una u otra depende de las características del análisis que se quiere realizar, así como del sector que se analiza. Aquellos sectores cuyas DMUs tengan poca capacidad de control sobre los inputs, se deberán analizar bajo la orientación al output, mientras que si lo que se quiere evaluar son sectores donde el objetivo es controlar los costes, los modelos deberán estar orientados al input. Con ambos modelos se calcula la misma frontera, por lo que cada DMU será clasificada como eficiente o ineficiente independientemente del modelo. La única diferencia estriba en los valores de la eficiencia, que pueden variar ligeramente, dando clasificaciones similares, pero no exactamente iguales.

Becerril et. al. (2011) consideran que el propósito de estos modelos radica en construir una frontera de posibilidades de producción no-paramétrica, que envuelva los datos y que permita identificar a las unidades de toma de decisión (DMUs) que la determinan, es decir, que funcionan eficientemente.

3.6 Descripción del trabajo de Farrell

Farrell (1957) fue el primero en introducir el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia. Propuso que se visualice la eficiencia desde una perspectiva real y no ideal, donde cada firma o unidad productiva sea evaluada en relación a otras,

tomadas de un grupo representativo y homogéneo. De esta forma puede decirse que la medición de la eficiencia será relativa y no absoluta, en donde el valor logrado de eficiencia corresponde a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como eficientes.

Este mismo autor dividió a la eficiencia en eficiencia técnica y eficiencia asignativa. La combinación de ambas eficiencias provee una medida de la eficiencia económica, la cual significa que la sociedad debe maximizar en términos dinámicos sus beneficios a partir de los escasos recursos que posee. De tal manera que la eficiencia económica es considerada como el logro de la máxima producción al menor costo posible.

El método desarrollado por Farrell (1957) para la medición de la eficiencia productiva se basa en un conjunto de posibilidades de producción que consta de la envolvente convexa de los vectores de outputs-inputs. Este conjunto de posibilidades de producción se representan por medio de una unidad de frontera isocuanta. De acuerdo con esa especificación y el hecho de que las medidas de eficiencia de Farrell sean completamente basadas en datos, no hay forma funcional específica de que sean predefinidos.

3.7 Eficiencia Técnica

Para Coll y Blasco (2006) la eficiencia técnica, que pone de manifiesto la capacidad que tiene una unidad para obtener el máximo output a partir de un conjunto determinado de inputs, esta se obtiene mediante la comparación del valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada.

Sancho (2003) considera que la eficiencia técnica se logra si se alcanza el coste mínimo de obtener un nivel dado de producción o servicio, con una combinación dada de factores de producción (orientación input). Una definición alternativa sería el logro del máximo producto o servicio con un coste dado originado por una combinación específica de factores (orientación output). El punto esencial, y que la distingue de la eficiencia asignativa, es que se parte de una proporción concreta de factores cuyo coste se minimiza o cuya producción se maximiza. La combinación de factores puede variar, por ejemplo, si se utiliza una nueva tecnología, pero su proporción no varía a causa de los precios y de las productividades marginales (que es el caso de la eficiencia asignativa). En este sentido puede decirse que la eficiencia técnica se fija en las cantidades y no en los valores. Es un concepto tecnológico que se concentra básicamente en los procesos productivos y en la organización de tareas.

En el 2012, Cachanosky señaló que la eficiencia técnica refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no. Es decir, si hay capacidad detenida de los factores productivos, de igual forma muestra si están siendo usados estos factores al cien por ciento.

La eficiencia técnica o productiva se refiere a la productividad de una combinación dada de inputs. Supone utilizar de manera adecuada los factores de producción; es decir, teniendo determinados recursos obtener con ellos la máxima producción posible. Es por tanto, un concepto técnico y no económico. Según la teoría de la producción un proceso es ineficiente si existe otra combinación de factores que permita obtener el mismo nivel de producción con un menor consumo de factores, o más producto con el mismo nivel de factores de la función de producción (UDC, 2000).

3.7.1 Eficiencia Técnica con Rendimientos Constantes

El estudio de Farrell (1957) se complementa con los trabajos de Charnes, Cooper y Rhodes (1978), que en primera instancia partían de rendimientos constantes a escala (DEA-CCR, conocido también como modelo DEA-CRS por sus siglas en inglés), de tan forma que un cambio en los niveles de inputs conlleve a un cambio proporcional en el nivel de output, el cual requiere tantas optimizaciones como unidades de decisión (DMU). Estos modelos tienen dos orientaciones: input (la comparación entre el nivel mínimo de inputs necesario, para un nivel dado de

outputs, y el realmente empleado) y la orientación output (la comparación entre el output máximo alcanzable, para un nivel dado de inputs, y el realmente alcanzado). Puede escribirse en términos generales en tres formas: fraccional, multiplicativa y envolvente.

Coll y Blasco (2006) señalan que en DEA, la eficiencia técnica de cada una de las unidades se define, como el cociente entre la suma ponderada de los outputs y la suma ponderada de los inputs. Y consideran que los modelos DEA pueden ser expresados en forma fraccional, multiplicativa y envolvente, a continuación se describe cada uno:

El modelo fraccional pretende obtener el conjunto óptimo de pesos (o multiplicadores), que maximicen la eficiencia relativa de la unidad definida como el cociente entre la suma ponderada de los outputs y la suma ponderada de los inputs, sujeto a la restricción de que ninguna unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que uno usando estos mismos pesos. Los pesos serán diferentes entre las distintas unidades (Coll y Blasco, 2006).

El modelo DEA-CCR input orientado en forma fraccional puede ser linealizado siguiendo la transformación lineal equivalente conocido como modelo en forma multiplicativa (Coll y Blasco, 2006).

Normalmente en DEA se hace referencia a los términos input virtual y output virtual. El primero se refiere a la suma ponderada de los inputs, en cuanto a los outputs virtual hace referencia a la sumatoria de output ponderado. En Boussofiane, Dysson

y Thanassoulis (1991), para la unidad evaluada, los valores de los inputs y outputs virtuales expresan información sobre la importancia que una unidad atribuye a determinados inputs y outputs con objeto de obtener su máxima puntuación de eficiencia. En el caso que se estuviera hablando del modelo en forma fraccional la eficiencia se definiría como el cociente entre el output virtual y el input virtual (Coll y Blasco, 2006).

Para el caso del modelo en forma envolvente para cada programa lineal original (programa primal) existe otro programa lineal asociado, denominado programa dual, que puede ser utilizado para determinar la solución del programa primal. Se tiene una variable dual por cada restricción primal y una restricción dual por cada variable primal. En la mayor parte de las aplicaciones DEA, el modelo que más emplean en la medición de eficiencia es de forma envolvente (Coll y Blasco, 2006).

El modelo DEA-CRS en su forma envolvente con orientación output queda expresado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \theta \\ & \text{Sujeto a: } Y\lambda - y_r\theta \geq 0 \\ & X\lambda - X_i \leq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde θ indica la distancia en outputs a la envolvente de datos, es decir, la medida de eficiencia; X es la matriz de inputs de orden $(m \times n)$; Y es la matriz de outputs de

orden $(s \times n)$; λ es el vector $(n \times 1)$ de pesos o intensidades, y x_i , y_r representan vectores de inputs y outputs, respectivamente (Coll y Blasco, 2006).

3.7.2 Eficiencia Técnica con Rendimientos Variables

El modelo de rendimientos variables a escala (VRS por sus siglas en inglés) de Banker, Charnes y Cooper (1984), al que se hace referencia también como modelo DEA-BCC, es realmente una extensión del modelo DEA-CCR (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). Por tanto, su formulación es similar. La diferencia fundamental entre el modelo DEA-CCR y DEA-BCC es que éste introduce el supuesto de rendimientos variables a escala y aquel considera rendimientos constantes a escala (Coll y Blasco, 2006). Considerando que diversas circunstancias como la competencia imperfecta, las restricciones en el acceso a fuentes de financiación, etc., pueden provocar que las unidades no operen a escala óptima. Por lo que al programa lineal original se le agrega una restricción.

El modelo con rendimientos variables a escala de igual forma que el modelo de rendimientos constantes a escala, puede ser expresados en tres maneras diferentes: en forma fraccional, multiplicativa y envolvente como lo expresan Coll y Blasco (2006).

En el modelo fraccional con rendimientos variables se puede observar que es muy similar al modelo de rendimientos constantes a escala. La diferencia entre una y

otra medida de eficiencia estriba en que en el segundo caso al valor del output ponderado (output virtual) se le suma una termino constante (Coll y Blasco, 2006).

El objetivo de este modelo en su forma multiplicativa es encontrar un hiperplano que permaneciendo sobre o por encima de todas las unidades, minimice la distancia horizontal desde el hiperplano a la unidad. También, a partir de los valores óptimos de los pesos o multiplicadores de inputs y outputs, es posible determinar los porcentajes de contribución input/output (Coll y Blasco, 2006).

En su forma envolvente este modelo propone una modificación al programa lineal original con rendimientos a escala constantes a la cual se le agrega una restricción (Coll y Blasco, 2006).

Banker, Charnes y Cooper (1984) extendieron el modelo original para incluir rendimientos a escala variables (VRS). Considerando que diversas circunstancias como la competencia imperfecta, las restricciones en el acceso a fuentes de financiación, etc., pueden provocar que las unidades no operen a escala óptima, y modificando el programa lineal de manera que introduzca una restricción:

$$\sum \lambda = 1$$

Esta restricción permite que una unidad ineficiente solo sea comparada con unidades productivas de su mismo tamaño. Sin esta restricción, las unidades evaluadas pueden ser comparadas con otras unidades mayores o menores.

Para diferenciarlo del anterior, se le llama modelo de rendimientos variables a escala (VRS), siendo el modelo con orientación output el siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \theta \\ & \text{Sujeto a: } Y\lambda - y_r\theta \geq 0 \\ & X\lambda - X_i \leq 0 \\ & N'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Esta modificación permitió descomponer la eficiencia técnica global en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala (Coll y Blasco, 2006).

3.8 Eficiencia de Escala

La eficiencia de escala consiste en lograr un tamaño óptimo para la explotación. En Teoría Económica ese tamaño coincide con aquel volumen de producción para el que el coste medio a largo plazo es mínimo (UDC, 2000).

En la economía de la producción escalar, tomamos en cuenta que todos los factores son variables y además que todos se incrementan en la misma proporción; aunque todos los factores aumenten en la misma proporción, nos interesa conocer si el producto aumenta en la misma proporción o en proporción mayor o menor. En el primer caso hablamos de rendimientos constantes a escala; es decir, que a medida

que incrementamos la producción se incrementan los costes. En el siguiente caso estamos ante una situación privilegiada ya que los costes disminuyen con el incremento de producción, por lo tanto hablamos de rendimientos variables a escala (UDC, 2000).

Según Coll y Blasco (2006) a partir de la propuesta de Banker, Charnes y Cooper (1984), se pudo descomponer a la eficiencia técnica global en eficiencia pura y eficiencia de escala. Para poder realizarlo se deben calcular los dos modelos: rendimientos constantes a escala (CRS) y rendimientos variables a escala (VRS) con los mismos datos, si existe una diferencia para las dos mediciones para una DMU en particular, entonces significa que esa DMU posee ineficiencia de escala y que el valor de ineficiencia es la diferencia entre la medición CRS y VRS.

La Eficiencia Técnica Global (ETG) puede ser descompuesta en Eficiencia Técnica Pura (ETP) y Eficiencia de Escala (EE).

Por lo tanto la $ETG = ETP * EE$

$EE = (CCR) / (BCC)$

Donde:

CCR = Rendimientos Constantes a Escala

BCC = Rendimientos Variables a Escala

Los rendimientos a escala que muestran los incrementos de la producción que son resultado del aumento de todos los factores de producción en el mismo porcentaje, pueden ser constantes, crecientes o decrecientes (Coll y Blasco, 2006):

1. “Rendimientos constantes a escala: cuando el incremento porcentual del output es igual al incremento porcentual de los recursos productivos”.
2. “Rendimientos crecientes a escala (o economías de escala): se dice que la tecnología exhibe este tipo de rendimientos cuando el incremento porcentual del output es mayor que el incremento porcentual de los factores”.
3. “Rendimientos decrecientes a escala (o deseconomías de escala): cuando el incremento porcentual del output es menor que el incremento porcentual de los inputs”.

3.9 Eficiencia Asignativa

En 2004, Dios expreso que la eficiencia asignativa se refiere sólo al uso de los factores en proporción óptima, por lo que se establece que el producto de eficiencia técnica por la asignativa es igual a la económica.

Para Coll, y Blasco (2006) la eficiencia precio (también denominada asignativa) se refiere a la capacidad de la unidad para usar los distintos inputs en proporciones óptimas dados sus precios relativos.

Este tipo de eficiencia relaciona el producto obtenido por unidad de costes de los recursos utilizados. Se refiere a la distribución de los recursos entre las actividades productivas o las empresas. Cuando ya no se puede aumentar el beneficio monetario o social mediante la traslación de recursos de una actividad a otra, o entre distintas empresas se dice que se ha alcanzado la eficiencia en la asignación que incorpora la idea de óptimo de Pareto, que indica que se alcanza cuando no es posible mejorar el bienestar de un agente sin empeorar el bienestar de otro. Se dice que una empresa es eficiente en la asignación de recursos cuando los combina de una forma óptima; es decir, cuando se iguala su coste e ingreso marginal (UDC, 2000).

3.10 Análisis Benchmarking

Navarro (2005) expresa que el benchmarking puede ser definido como la medida de una actuación comparándola con las mejores compañías de su misma clase, es decir, determina cómo la mejor de ellas ha logrado niveles de actuación y utiliza esa información como base para los objetivos, estrategias y aplicaciones de la propia compañía. El proceso de benchmarking significa:

- a) “Determinar las características apropiadas del proceso receptor y utilizarlas para comparar un proceso con otro”.
- b) “Desarrollar los datos sobre la actuación del proceso mejor practicado dentro o fuera de una organización, que requiera la aplicación de benchmarking”.
- c) “Comparar y evaluar el proceso o procesos según los datos relativos a las características medidas”.
- d) “Desarrollar medidas para mejoras continuas partiendo de los nuevos datos”.
- e) “Aplicar los cambios del proceso planificados”.
- f) “Controlar la eficacia de estos cambios”.

Para Romeu (2011) “los modelos DEA permiten realizar un estudio de referencia (Benchmarking) de la eficiencia relativa de una unidad productiva con respecto a las demás en un contexto en el cual dicha eficiencia no puede ser fácilmente expresada como el cociente de un único producto por un único insumo. De igual forma, considera que una unidad productiva es eficiente, y por tanto pertenece a la frontera de producción, cuando produce más de algún producto sin generar menos del resto y sin consumir más recursos, o bien cuando utilizamos menos de algún recurso, y no más del resto, para generar los mismos productos^[o.11]. La principal idea es comparar cada unidad no eficiente con aquella que lo sea, y a la vez tenga una técnica de producción similar, es decir, que utilice insumos en proporciones similares para obtener productos parecidos”.

3.11 Análisis Slacks

En Jordá (2012) para que una DMU alcance la eficiencia, en algunos casos, no basta con la reducción proporcional de inputs, o incremento de outputs. Se tiene que hacer reducción adicional de inputs, o incremento adicional de outputs, que ya no es proporcional (radial). Estos ajustes complementarios en los inputs (exceso de input) o en los outputs (déficit de output) se conocen conjuntamente como slacks.

Navarro (2005) considera que “el análisis slacks en la metodología DEA, proporciona la dirección en la cual se tienen que mejorar los niveles de eficiencia de las llamadas unidades de toma de decisión DMUs. Es así como un valor output slacks representa el nivel adicional de outputs que se necesitan para convertir una DMU ineficiente en una DMU eficiente. Asimismo, un valor input slack representa las reducciones necesarias de los correspondientes inputs para convertir una DMU en eficiente”.

Para Coll y Blasco (2006) “las coordenadas de la proyección sobre la frontera eficiente representarán los valores inputs y outputs objetivo para la unidad ineficiente, es decir, los niveles input y output que la convertirían en eficiencia en caso de alcanzarlos. Es así que la comparación entre los valores observados para la unidad evaluada y los valores objetivo fijados permite establecer la cuantía, en términos absolutos o relativos (porcentajes de mejora potencial), de la reducción

input y/o incrementar output que esta debería tratar de promover para convertirse en eficiente”.

3.12 Medición de la Eficiencia en el Transporte

En la revisión literaria se encontraron trabajos que han estudiado la eficiencia del transporte público en diferentes sectores mediante la metodología DEA. Estos estudios revisados fueron de gran utilidad para determinar las variables en la presente investigación.

En el cuadro 3.1 se hace una breve descripción de cada uno de estos trabajos analizados, sin embargo se encontraron muchos otros estudios sobre transporte público utilizando diversos métodos, pero después de llevar a cabo un análisis de estas investigaciones se llegó a la conclusión de que el mejor método para la medición de los servicios de transporte colectivo en la ciudad de Morelia, Michoacán son los modelos DEA.

Cuadro 3. 1. Revisión Literaria

| Autores/ año | Modelo | Sector Analizado | Lugar Analizado | Periodo Analizado | Outputs | Inputs |
|---------------------------------------|---------------|---|------------------------|------------------------------|--|--|
| Boame, A. K. 2004 | DEA | Sistemas de transporte urbano | Canadá | 1990-1998 | - Veh./km | - N° de autobuses de la flota activa - Combustible utilizado - N° de horas trabajadas por los empleados |
| Chang, K. P., y Kao, P. H. 1992 | DEA | Empresas de Autobuses | Taipéi, China | 1956-1988 | - Veh./km - Ingresos - N° de trafico de autobuses | - N° de autobuses en operación - N° de empleados - Combustible utilizado |
| Cowie, J. y Asenova, D. 1999 | DEA | Industria de autobuses británicos | Gran Bretaña | 1995-1996 | - Tarifa | - Personal empleado - Número de autobuses |
| García, I. M. 2009 | DEA | Autobuses | España | 2008 | - Trabajadores - Combustible | - Veh./km - Asientos |

| | | | | | | |
|---|-----|---------------------------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------|--|
| | | | | | - N° de autobuses | - Horas en servicio - Pasajeros - Frecuencia del servicio |
| Holvad, T., Hougaard, J. L., Kronborg, D., y Kvist, H.K. 2004 | DEA | Compañías de autobuses subvencionados | Noruega | 1991 | - Km/asiento | - Combustible - Conductores |
| Jorda, P. 2012 | DEA | Autobuses Urbano | Grandes ciudades Españolas | 2004-2009 | - Veh/km - Viajes | - Longitud - Paradas - N° líneas - Carril bus - N° Vehículo - Edad flota - Tarifa - Costos - Subvención - Velocidad - Frecuencia - Paradas - Horario |
| Karlaftis, M. G. 2004 | DEA | Sistemas de transporte urbano | Estados Unidos | 1990-1994 | - Veh-milla - Pasajeros milla | - N° total de empleados |

| | | | | | | |
|---|-----|--------------------------------|----------------|-----------|--|---|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Combustible utilizado - N° total de vehículos |
| Margari, B., Erbeta, F., Petraglia, C., y Piacenza, M. 2007 | DEA | Sistemas de transporte público | Italia | 1993-1999 | - Asientos/km | <ul style="list-style-type: none"> - Conductores - Empleados Indirectos - Combustible - Costo |
| Odeck, J. y Alkadi, A. 2001 | DEA | Industria de autobuses | Noruega | 1994 | <ul style="list-style-type: none"> - Asientos/km - Pasajeros/km - Total número de asientos | <ul style="list-style-type: none"> - Horas de conducción - Personal empleado - Consumo de combustible - Equipos (Petróleo y Neumáticos) |
| Pina, V. y Torres, L. 2001 | DEA | Transporte público urbano | España | 2001 | <ul style="list-style-type: none"> - Km/empleado - Km años/bus - Km año/hab. - Población - Tasa de accidentes - Frecuencia | <ul style="list-style-type: none"> -Combustible/km -Subsidio/viajero -Costo/km -Costo/viajero |
| Viton, P. A. 1998 | DEA | Buses de transito | Estados Unidos | 1988-1992 | - Veh./milla | -Edad de la flota |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Viajes de pasajeros - Veh. /hora | <ul style="list-style-type: none"> - Millas direccionales - Galones combustible - Horas trabajo - Costo neumáticos - Costo del servicio - Utilidades - El costo del seguro |
|--|--|--|--|--|---|---|

Fuente. Elaboración propia con base en la literatura revisada

A continuación se presentan las ideas principales de los estudios expuestos en el cuadro 3.1.

Boame, A. K. (2004) En este trabajo se utiliza un método de análisis envolvente de datos de arranque (DEA) para estimar la eficiencia técnica de los sistemas de transporte urbano de Canadá de 1990 a 1998. Se estima para los índices de eficiencia una regresión Tobit se utiliza para analizar las fuentes de cambio eficiencia. Se consideró que los índices de eficiencia originales están sesgados. Los resultados indican que la rutina de carga promedio de la eficiencia técnica de los sistemas de tránsito es de aproximadamente 78%.

Chang, K. P., y Kao, P. H. (1992) En este artículo se ha empleado el método de análisis envolvente de datos para evaluar la eficiencia de las cinco empresas de autobuses en la ciudad de Taipei. Se llegó a la conclusión de que la propiedad pública de autobuses de Taipei había aumentado su eficiencia técnica después de que el gobierno liberalizó el mercado urbano de autobuses. En este artículo también se encontró que la propiedad pública Taipei tenía, en promedio, los puntajes de eficiencia más bajos que las empresas privadas, y que si bien cada empresa por lo general empleaba una tecnología de producción lineal durante varios años consecutivos, las empresas privadas eran más flexibles en la adopción de diferentes tecnologías.

Cowie, J. y Asenova, D. (1999) La industria de autobuses británica se divide entre las empresas de propiedad privada y pública. Se utilizó el Análisis Envolvente de

Datos para estimar la magnitud de los rendimientos a escala y la eficiencia técnica, como se define por una salida y tres entradas. En rendimientos crecientes a escala se encuentran las empresas más pequeñas, pero el tamaño de tales rendimientos varía con el tipo de empresa. Un alto grado de ineficiencia técnica se encuentra presente en la industria, que puede sugerir inicialmente una falta de competencia y refleja la estructura oligopólica que ha surgido desde la privatización. Empresas de propiedad privada se identifican como más técnicamente eficiente, sin embargo, esto se debe significativamente a menos limitaciones organizacionales y considerable ineficiencia en este grupo. Finalmente, se concluyó que el alto nivel de ineficiencia no refleja la propiedad, sino más bien las características de la industria.

García, I. M. (2009) El documento realiza un análisis comparativo de la eficiencia técnica y escala del transporte público de autobuses en España utilizando Análisis Envoltante de Datos. Una regresión Tobit análisis estadístico muestra que los niveles de eficiencia son negativos en relación con la densidad de población. Sin embargo, los niveles de eficiencia no están relacionados con la forma de la propiedad pública frente al privado. Los resultados obtenidos para el transporte público español muestran que la media de técnica pura y eficiencias de escala están situados a 94,91 y 52,02%, respectivamente. El exceso de recursos es alrededor de 6%, y el aumento de la accesibilidad del servicio, uno de los componentes principales resumiendo la gran cantidad de medidas de producción, es extremadamente importante como un parámetro de calidad en su rendimiento.

Holvad, T., Hougaard, J. L., Kronborg, D., y Kvist, H.K. (2004) Este trabajo trata los métodos de medición y análisis de la eficiencia en la industria de los autobuses. El objetivo del trabajo es presentar y demostrar las ventajas de Análisis Multi-direccional de Eficiencia (MEA) en el caso de los datos de costes con la sustitución limitada de posibilidades. Para ello reconsiderando los datos de bus de Noruega que ha sido previamente analizaron mediante modelos econométricos y Análisis Envolvente de Datos; Jørgensen et al. (1995, 1997), y Odeck y Alkadi (2001). Se muestra cómo, utilizando DEA, se hace posible para visualizar ineficiencia agregada en diferentes componentes correspondientes a diferentes tipos de costes la generación de variables, y proporcionando de este modo tanto a los directivos de las empresas de autobuses y los responsables políticos con información más detallada sobre las posibles mejoras en el rendimiento.

Jorda, P. (2011) analizo la eficiencia de los autobuses urbanos con un modelo basado en los slacks, con rendimientos a escala variables. El autor comprobó que la metodología desarrollada es válida y le permitió alcanzar los objetivos fijados en su investigación resultando ser la metodología más adecuada para el cálculo de la eficiencia técnica de los servicios de autobuses urbanos.

Karlaftis, M. G. (2004) En este trabajo se investigaron dos cuestiones importantes en las operaciones de tránsito: en primer lugar, la relación entre las dos dimensiones básicas de actuación, a saber, la eficiencia y la eficacia; segundo, la relación entre las economías de rendimiento y escala. Se utilizaron datos de 256 sistemas de tránsito de Estados Unidos durante un período de cinco años, los resultados indican

que la eficiencia y la eficacia están relacionados positivamente. Además, dan a entender que la magnitud de las economías de escala depende de la especificación de salida.

Margari, B., Erbetta, F., Petraglia, C., y Piacenza, M. (2007) Este trabajo evalúa el impacto de los factores regulatorios y ambientales y el ruido estadístico sobre la eficiencia de los sistemas de transporte público de 42 empresas italianas que se observaron de 1993 a 1999. Además de proporcionar evidencia sobre los determinantes de los diferenciales de rendimiento de insumos específicos a través de las empresas, los resultados señalaron que las capacidades de gestión desempeñan un papel de menor importancia, y hacen hincapié en la relevancia de políticas reguladoras destinadas a la mejora de las condiciones ambientales de las redes de transporte público.

Odeck, J. y Alkadi, A. (2001) Este trabajo se centró en el rendimiento de las empresas de autobuses noruegos subvencionados por el Gobierno. El desempeño se evalúa desde el punto de vista de la eficiencia productiva. En este contexto se abordan varias cuestiones importantes: la eficiencia, clasificación, distribución y propiedades de escala en la industria de los autobuses y los potenciales de mejora de eficiencia en el sector. Los resultados muestran que el promedio de exposiciones de la compañía de autobuses son crecientes a escala en la producción de sus servicios. La extensión de este tipo de rendimientos varía con el tamaño y es más frecuente entre las empresas más pequeñas. La empresa media de autobús se encuentra que tiene un considerable potencial de entrada. Ni las economías de

alcance, ni la empresa la propiedad se encontró que tienen una influencia en el rendimiento de la empresa. Se sugirió que factores geográficos necesitan una mayor atención en futuras investigaciones.

Pina, V., y Torres, L. (2001). El objetivo de este trabajo fue comparar la eficiencia de los sectores público y privado en la prestación de los servicios de transporte urbano. Este artículo muestra los resultados de un estudio empírico con el fin de evaluar la eficiencia del transporte urbano en las ciudades más importantes de España. Este estudio fue llevado a cabo utilizando el modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA), la regresión lineal múltiple y logit y análisis de conglomerados. Los resultados permitieron concluir que en las ciudades estudiadas, la gestión privada del servicio de transporte urbano no es más eficiente que la gestión pública.

Viton, P. A. (1998). Este artículo examina la afirmación de que en los Estados Unidos la productividad de buses de tránsito ha disminuido en los últimos años. Lo hace con referencia a una frontera de mejores prácticas (DEA) de producción lineal, calculado para multimodal de buses de tránsito entre 1988 y 1992. La eficiencia se mide tanto por un Russell (estática) y Malmquist (dinámico) medida de cambio de la productividad. El hallazgo principal es que, en general, la eficiencia de tránsito de autobuses ha mejorado ligeramente durante el período.

CAPÍTULO IV. EFICIENCIA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS

En este capítulo se comienza desarrollando la metodología para medir la eficiencia del transporte público, para lo cual se construyó un modelo DEA por sus siglas en inglés (Análisis Envolvente de Datos) con rendimientos constantes a escala y rendimientos variables a escala, así como el cálculo de la eficiencia de escala. Para lo cual, se estudió el número de variables más adecuado para conformar los modelos con los que se obtienen las fronteras eficientes. Se analizó la eficiencia del transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015. Primeramente se describen los instrumentos utilizados, así como el universo y muestra de estudio, al igual se presentan las técnicas para la recolección de datos. Finalmente se describe el proceso de selección de los inputs y outputs a utilizar, así como el análisis de correlación entre las variables.

4.1 Instrumentos

Los instrumentos son las formas específicas para obtener los datos en una investigación (Torres y Navarro, 2007).

Para la obtención del número de unidades de transporte colectivo del Estado de Michoacán se consultó el Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte

Público en las Modalidades contenidas en la Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado, el cual es publicado en el periódico oficial del Estado.

Este dictamen se realiza considerando la demanda del transporte público por parte de la sociedad michoacana, en este documento se lleva a cabo el análisis correspondiente entre la oferta y la demanda del servicio público de transporte en las modalidades contenidas en la Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado (LCT) y la Comisión Coordinadora del Transporte Público (COCOTRA) está facultada para publicar dicho dictamen en el periódico oficial y en uno de los diarios de mayor circulación de la entidad, en el último trimestre de cada año.

El dictamen se encuentra elaborado con base en información veraz, oportuna y relevante que permite realizar un análisis técnico, en cuanto a las necesidades de movilidad, esparcimiento y actividades mercantiles de la sociedad michoacana.

Para obtener información de las demás variables, se presentaron oficios en la Secretaria de Planeación y Vialidad dependiente de la Comisión Coordinadora de Transporte Público, los oficios fueron contestados, pero no se obtuvo la información requerida, después de acudir en varias ocasiones a dicha dependencia y después de transcurridos varios días, se optó por conseguir la información de las propias bases que corresponden a cada una de las rutas. Para lo cual se diseñó un cuestionario breve que sirvió para saber las horas de servicio, la frecuencia del servicio y los viajes que realiza cada ruta, fue necesario tener entrevistas personales

con los operadores del servicio de transporte público en la ciudad para obtener los datos, dicha información disponible solo para el año 2015.

Para obtener los kilómetros que recorren las unidades en su circuito, se buscó un mapa que contuviera los recorridos de cada ruta y con ayuda del programa Google Earth Pro se diseñó el recorrido de cada una y así se obtuvo el número exacto de kilómetros que recorren.

Los datos recolectados fueron procesados mediante el programa Efficiency Measurement System (EMS), este programa mide la eficiencia a través del Análisis Envoltante de Datos (DEA) mismo que es desarrollo más adelante.

4.2 Universo y Muestra de Estudio

La ciudad de Morelia cuenta con 46 rutas que prestan el servicio de colectivo urbano, por lo que para la presente investigación se consideran las 46 rutas para su análisis. A continuación se detalla cada una de las rutas, dicha información proviene de las propias compañías operadoras del servicio en la ciudad (Ver Anexo 3).

Cuadro 4. 1. Relación de Rutas

| Núm. | Rutas |
|-------------|--------------------|
| 1 | Amarilla 1 |
| 2 | Amarilla 2 |
| 3 | Azul A |
| 4 | Azul B |
| 5 | Azul C |
| 6 | Café 1 |
| 7 | Café 1-A |
| 8 | Café 2 |
| 9 | Café 2-B |
| 10 | Coral 1 |
| 11 | Coral 2 |
| 12 | Coral 2-A |
| 13 | Crema 1 |
| 14 | Crema 2 |
| 15 | Crema 2-A |
| 16 | Gris 1 |
| 17 | Gris 2 |
| 18 | Gris 3 |
| 19 | Gris 4 |
| 20 | Guinda 1 |
| 21 | Guinda 2 |
| 22 | Morada 1 |
| 23 | Morada 2 |
| 24 | Naranja 1 |
| 25 | Naranja 2 |
| 26 | Naranja 3 Erandeni |

| | |
|-----------|-------------------|
| 27 | Naranja 3 Galaxia |
| 28 | Negra |
| 29 | Oro Verde |
| 30 | Roja 1 |
| 31 | Roja 2 |
| 32 | Roja 2 Oken |
| 33 | Roja 3 |
| 34 | Roja 3-A |
| 35 | Roja 3-B |
| 36 | Roja 4 |
| 37 | Roja 4-M |
| 38 | Rosa 1 |
| 39 | Rosa 2 |
| 40 | Rosa 2-B |
| 41 | Rosa 3 |
| 42 | Verde 1 |
| 43 | Verde 2 |
| 44 | Verde 3 |
| 45 | Verde 4 |
| 46 | Verde 4-B |

Fuente. Elaboración propia con base en <http://el-rutero.com> (Página creada por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH)

4.3 Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fueron las entrevistas personales con los operadores del servicio de transporte público en el Estado, realizándoles preguntas de tipo abiertas. Una vez obtenida la información se

procesó en el programa Excel. La información recolectada consiste en una serie de indicadores actualizados del transporte público.

4.4 Selección del Modelo

Como se ha mencionado anteriormente existen diferentes posibilidades para los modelos DEA. La técnica DEA puede operar bajo rendimientos constantes de escala (CRS), lo que permite conocer la Eficiencia Técnica Global (ETG) de las DMUs, o bajo rendimientos variables de escala (VRS), indicando el valor de la Eficiencia Técnica Pura (ETP) (Santos y López, 2006). Al igual estos modelos pueden estar orientados hacia input y hacia output. El primer caso se caracteriza por la minimización de los inputs, mientras que el segundo caso se caracteriza por la maximización de los outputs a partir de los inputs disponibles (Navarro, 2005).

En la presente investigación se aplicaron ambos modelos tanto el modelo con rendimientos constantes a escala como con rendimientos variables a escala, ambos modelos con orientación output, ya que en este caso en particular se pretende maximizar los outputs. Al igual se realizó el análisis de la eficiencia de escala.

Metodológicamente el número de DMUs debe ser al menos dos veces el número total de inputs y outputs considerados (Navarro, 2005). En este caso el número de rutas son 46 y la suma de los inputs y outputs considerados es 5 por lo que si se cumple perfectamente con este principio.

4.5 Selección de Inputs y Outputs

Una vez elegido el modelo a utilizar en esta investigación, se procede a la selección de las variables.

El diseño y selección de indicadores siempre introduce un criterio de subjetividad, por eso debe ser lo más consensuado y homogéneo posible entre todas las DMUs analizadas, ya que esto favorece la comparación de los resultados y su posterior utilidad para la toma de decisiones por los usuarios (Santos y López, 2006).

Con la base de datos disponible existe una extensa combinación de variables posible, sin embargo se hace necesario seleccionar las variables más adecuadas para medir la eficiencia del transporte público en el Estado, y así poder calcular la eficiencia técnica mediante los modelos elegidos. Se hace necesario limitar la cantidad de variables a utilizar, porque la utilización de un número excesivo de variables puede llevar a aumentar artificialmente el valor de la eficiencia obtenida (Jorda, 2012).

La selección de variables se hizo en función de las variables utilizadas en lo estudiado en la revisión literaria y con base en los resultados de cálculos realizados preliminarmente.

Entre las variables descartadas se encuentra el costo de peaje, ya que el costo es el mismo para todas las rutas, la variación de dicha variable solo se da por año. Al hacer las primeras pruebas considerando el costo de peaje provoco que la mayoría de las rutas salieran eficientes, por lo que se optó por descartarla.

Otra variable descartada fue número de choferes. Esta variable tiene alta correlación con la variable número de unidades, lo que podría ocasionar que el modelo no esté bien calibrado. Por consiguiente se decidió utilizar la variable número de unidades, ya que ésta se considera más apropiada para la medición de la eficiencia del transporte público.

El siguiente cuadro resume las variables a utilizar en esta investigación:

| Cuadro 4. 2. Selección de Inputs y Outputs | |
|--|--|
| Inputs | Outputs |
| <ul style="list-style-type: none"> • Número de unidades • Frecuencia del servicio • Horas de servicio | <ul style="list-style-type: none"> • Viajes • Kilómetros |

Fuente. Elaboración propia

Para la medición de la eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia se pretende evaluar la eficiencia técnica global, eficiencia técnica pura y

eficiencia de escala, maximizando los viajes y los kilómetros recorridos, a partir del número de unidades, frecuencia del servicio y las horas de servicio.

4.5.1 Análisis de Correlación entre Inputs y Outputs

Para determinar la relación entre las variables a utilizar en la evaluación de la eficiencia del transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson utilizando el programa SPSS. Esto fue de gran utilidad para dejar aquellas variables que son representativas para el modelo y descartar aquellas que no lo son.

La medida más habitualmente utilizada para el estudio de la correlación es el coeficiente de correlación lineal de Pearson. El coeficiente de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables cualesquiera, y puede calcularse dividiendo la covarianza de ambas entre el producto de las desviaciones típicas de las dos variables. Para un conjunto de datos, el valor r de este coeficiente puede tomar cualquier valor entre -1 y $+1$. El valor de r será positivo si existe una relación directa entre ambas variables, esto es, si las dos aumentan al mismo tiempo. Será negativo si la relación es inversa, es decir, cuando una variable disminuye a medida que la otra aumenta. Un valor de $+1$ ó -1 indicará una relación lineal perfecta entre ambas variables, mientras que un valor 0 indicará que no existe relación lineal entre ellas. Hay que tener en consideración que un valor de cero no indica necesariamente que

no exista correlación, ya que las variables pueden presentar una relación no lineal (Díaz y Fernández, 2002).

En el cuadro 4.3 se puede observar que la mayoría de las variables tienen correlación moderada y en algunos casos baja ya que los coeficientes se encuentran entre .1 y .6 del mismo modo se observa que existe relación inversa entre algunas variables al tener signo negativo, esto significa que a mayor unidad en una variable la otra disminuye.

| Cuadro 4. 3. Análisis de Correlación entre las Variables | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Correlaciones | | | | | | |
| | | Unidades | Horas | Frecuencia | Viajes | Kilómetros |
| Unidades | Correlación de Pearson | 1 | .638** | -.491** | -.282 | .293* |
| | Sig. (bilateral) | | .000 | .001 | .057 | .048 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Horas | Correlación de Pearson | .638** | 1 | -.301* | -.172 | .120 |
| | Sig. (bilateral) | .000 | | .042 | .254 | .426 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Frecuencia | Correlación de Pearson | -.491** | -.301* | 1 | -.437** | .143 |
| | Sig. (bilateral) | .001 | .042 | | .002 | .344 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Viajes | Correlación de Pearson | -.282 | -.172 | -.437** | 1 | -.268 |
| | Sig. (bilateral) | .057 | .254 | .002 | | .071 |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| Kilómetros | Correlación de Pearson | .293* | .120 | .143 | -.268 | 1 |
| | Sig. (bilateral) | .048 | .426 | .344 | .071 | |
| | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| **. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). | | | | | | |
| * . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). | | | | | | |

Fuente. Elaboración propia con base en los cálculos realizados con el programa SPSS.

Las unidades tienen una correlación media pero significativa con la mayoría de las variables, manteniendo una correlación mayor con las horas de servicio. Las horas tienen una correlación significativa con las unidades, aunque mantienen una correlación baja con las demás variables. En cuanto a la frecuencia esta tiene una correlación media y significativa con el input unidades y el output viajes, siendo significativa la correlación a un nivel 0.01.

Para el caso de los outputs, los viajes tienen una correlación baja pero significativa con la frecuencia del servicio, de igual forma los kilómetros mantienen una correlación baja pero significativa con las unidades.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos con los cálculos realizados en el programa EMS DEA, metodología utilizada para medir la eficiencia técnica y eficiencia de escala del transporte público en la ciudad de Morelia para el año 2015. Primeramente se hace una descripción del modelo, así como también se presentan los resultados de los modelos realizados; el modelo DEA con rendimientos constantes, el modelo DEA con rendimientos variables y la medición de eficiencia de escala, todos los modelos con orientación outputs. Posteriormente se llevó a cabo un análisis benchmarking y análisis slacks para fortalecer los resultados.

5.1 Desarrollo del Modelo

En esta investigación se desarrolló un modelo DEA para calcular la eficiencia técnica tanto con rendimientos constantes (CRS) como con rendimientos variables (VRS) ambos con orientación outputs, ya que se busca la maximización de los outputs a partir de los inputs disponibles. Del mismo modo se calculó la eficiencia de escala, obteniendo rendimientos crecientes, decrecientes y constantes. Para los modelos CRS Y VRS se realizó el análisis benchmarking y análisis slacks.

Las DMUs utilizadas son 46 rutas de colectivo urbano con los que cuenta la ciudad de Morelia en el año 2015 las cuales son: Amarilla 1, Amarilla 2, Azul A, Azul B, Azul C, Café 1, Café 1-A, Café 2, Café 2-B, Coral 1, Coral 2, Coral 2-A, Crema 1, Crema

2, Crema 2-A, Gris 1, Gris 2, Gris 3, Gris 4, Guinda 1, Guinda 2, Morada 1, Morada 2, Naranja 1, Naranja 2, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Oro Verde, Roja 1, Roja 2, Roja 2 Oken, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4, Roja 4-M, Rosa 1, Rosa 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Verde 1, Verde 2, Verde 3, Verde 4 y Verde 4-B.

En la medición de la eficiencia para las DMUs ya mencionadas, se utilizaron los siguientes inputs y outputs:

Inputs:

- Unidades
- Horas
- Frecuencia

Outputs:

- Viajes
- Kilómetros

Es importante mencionar que las DMUs eficientes son aquellas que se encuentran con una puntuación de 1 y como ineficientes aquellas DMUs que se encuentran más alejadas de 1.

La frontera de eficiencia permite hacer una valoración de la eficiencia de las unidades, relativa al conjunto de datos que se dispone. Además de mostrar la

eficiencia relativa de cada unidad, también permite evaluar cuál es el conjunto de unidades de referencia de las DMUs ineficientes, es decir, frente a qué DMUs eficientes se comparan las DMUs ineficientes. Estas DMUs de referencia serán aquellas que de manera más cercana envuelven a las ineficientes y, por tanto, la proyección hacia la frontera de la DMU ineficiente será una combinación lineal de estos. La frontera de eficiencia indica que combinación de outputs e inputs una unidad ineficiente puede transformarse en eficiente (Jordá, 2012).

5.2 Modelo DEA con Rendimientos Constantes

En los cálculos realizados se puede observar que de las 46 rutas solo cinco son eficientes, las cuales son: Café 1-A, Gris 1, Gris 2, Gris 4 y Verde 3 y como ineficientes las rutas: Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3, Azul C, Café 1, Oro Verde, Amarilla 2, Coral 2, Naranja 1, Roja 1, Morada 2, Roja 3-A, Guinda 2, Azul A, Café 2-B, Rosa 2, Crema 2-A, Amarilla 1, Azul B, Café 2, Morada 1, Roja 3-B, Roja 3, Coral 2-A, Negra, Naranja 2, Roja 2 Oken, Rosa 1, Roja 4, Verde 4-B, Coral 1, Roja 2, Naranja 3 Erandeni, Crema 2, Naranja 3 Galaxia, Crema 1, Verde 4, Roja 4-M.

En el cuadro 5.1 se detallan los niveles de eficiencia obtenidos con la metodología DEA CRS, los resultados están ordenados de la ruta más eficiente a la menos eficiente. Se consideran eficientes aquellas rutas que obtuvieron una puntuación de 1, y como ineficientes aquellas que se encuentran por debajo de 1. Todas las rutas

que se encuentran más alejadas de 1 se consideran más ineficientes. La eficiencia promedio en este modelo es de 0.707702 y las rutas que se encuentran por arriba de esta puntuación son: Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3, Azul C, Café 1, Oro Verde, Amarilla 2. Aquellas rutas que se encuentran por debajo de esta puntuación se pueden considerar más ineficientes.

| Cuadro 5. 1. Eficiencia Técnica con Rendimientos Constantes en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | |
|---|-------------|--------------|
| DMU | Ruta | Score |
| R16 | Gris 1 | 1.000000 |
| R17 | Gris 2 | 1.000000 |
| R19 | Gris 4 | 1.000000 |
| R44 | Verde 3 | 1.000000 |
| R7 | Café 1-A | 1.000000 |
| R42 | Verde 1 | 0.969501 |
| R43 | Verde 2 | 0.968562 |
| R40 | Rosa 2-B | 0.953984 |
| R41 | Rosa 3 | 0.943350 |
| R20 | Guinda 1 | 0.918427 |
| R18 | Gris 3 | 0.851816 |
| R5 | Azul C | 0.764502 |
| R6 | Café 1 | 0.764334 |
| R29 | Oro Verde | 0.750086 |
| R2 | Amarilla 2 | 0.714916 |
| R11 | Coral 2 | 0.703179 |
| R24 | Naranja 1 | 0.702030 |
| R30 | Roja 1 | 0.686456 |
| R23 | Morada 2 | 0.683642 |

| | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| R34 | Roja 3-A | 0.680805 |
| R21 | Guinda 2 | 0.672914 |
| R3 | Azul A | 0.672842 |
| R9 | Café 2-B | 0.672595 |
| R39 | Rosa 2 | 0.670233 |
| R15 | Crema 2-A | 0.668396 |
| R1 | Amarilla 1 | 0.664633 |
| R4 | Azul B | 0.648227 |
| R8 | Café 2 | 0.646588 |
| R22 | Morada 1 | 0.618910 |
| R35 | Roja 3-B | 0.610071 |
| R33 | Roja 3 | 0.605100 |
| R12 | Coral 2-A | 0.604375 |
| R28 | Negra | 0.601902 |
| R25 | Naranja 2 | 0.601863 |
| R32 | Roja 2 Oken | 0.601649 |
| R38 | Rosa 1 | 0.599257 |
| R36 | Roja 4 | 0.588353 |
| R46 | Verde 4-B | 0.584254 |
| R10 | Coral 1 | 0.580868 |
| R31 | Roja 2 | 0.575295 |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | 0.544108 |
| R14 | Crema 2 | 0.538237 |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | 0.514294 |
| R13 | Crema 1 | 0.509628 |
| R45 | Verde 4 | 0.457137 |
| R37 | Roja 4-M | 0.446951 |
| Promedio | | 0.707702 |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

Respecto a la situación en la que se encuentra cada ruta eficiente, se puede pensar que en el caso de la ruta Café 1-A y Verde 3 su eficiencia se debe a que contando con pocas unidades en circulación, éstas realizan un mayor número de viajes por día comparándolas con otras rutas, con una frecuencia de 5 y 7 minutos respectivamente (véase cuadro 2 de los anexos).

Para el caso de la ruta Gris 1 se podría considerar eficiente por contar con el mayor número de unidades teniendo 122 con una frecuencia de 1 minuto, realizando 9 viajes por cada unidad, con un horario de servicio de 18 horas siendo esta ruta de las que duran más en servicio, al igual abarca un largo recorrido siendo de 26.60 km (véase cuadro 2 de los anexos).

La ruta Gris 2 y Gris 4 se pueden considerar eficientes por ser de las rutas que mayor kilometraje recorren por cada viaje realizado, siendo de 30.94 y 26.11 km con una frecuencia de 5 y 4 minutos respectivamente (véase cuadro 2 de los anexos). Con respecto a las rutas con un mayor nivel de ineficiencia, se obtuvieron las rutas Roja 4-M y Verde 4, se puede deducir que esta ineficiencia se debe a que tienen un recorrido muy corto de 12.38 y 13.13 kilómetros, realizando 4 y 3 viajes por unidad respectivamente (véase cuadro 2 de los anexos).

En cuanto a las demás rutas ineficientes se puede analizar que esta ineficiencia se debe a los cortos recorridos que realizan alrededor de la ciudad, con un kilometraje bajo y realizando un mínimo de viajes por día (véase cuadro 2 de los anexos).

5.2.1 Análisis Benchmarking CRS

Con el análisis benchmarking se identifican las DMUs que son consideradas como referencia para las DMUs ineficientes, por tener características similares (Delfín y Navarro, 2014). En el cuadro 5.2 se puede observar que la ruta que se toma con mayor referencia es la ruta Café 1-A (R7) con 33 veces, siguiéndole la ruta Gris 2 (R17) con 29 veces, la ruta Gris 1 (R16) con 24 veces, Gris 4 (R19) con 19 veces y la de menor referencia es la ruta Verde 3 (R44) con 10 veces. La ruta que se considera con mayor nivel de eficiencia en este análisis es la Café 1-A (R7), ya que para la mayoría de las rutas ineficientes esta ruta se toma más de referencia.

| Cuadro 5. 2. Análisis Benchmarking CRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | |
|--|-------------|---|
| DMU | Ruta | Benchmarking |
| R1 | Amarilla 1 | R7 (0.54), R16 (0.31) |
| R2 | Amarilla 2 | R16 (0.22), R17 (0.58), R19 (0.22) |
| R3 | Azul A | R7 (0.42), R16 (0.12), R17 (0.08), R19 (0.35) |
| R4 | Azul B | R7 (0.46), R16 (0.13), R17 (0.06), R19 (0.31) |
| R5 | Azul C | R17 (0.19), R44 (0.79) |
| R6 | Café 1 | R7 (0.27), R16 (0.26), R19 (0.34) |
| R7 | Café 1-A | R7 (1.00) |
| R8 | Café 2 | R7 (0.40), R17 (0.60) |
| R9 | Café 2-B | R7 (0.10), R17 (0.85) |
| R10 | Coral 1 | R7 (0.53), R16 (0.17), R19 (0.30) |
| R11 | Coral 2 | R7 (0.57), R17 (0.22), R44 (0.19) |
| R12 | Coral 2-A | R7 (0.35), R16 (0.17), R17 (0.42) |
| R13 | Crema 1 | R7 (0.65), R17 (0.35) |
| R14 | Crema 2 | R17 (0.28), R44 (0.84) |

| | | |
|-----|--------------------|---|
| R15 | Crema 2-A | R17 (0.28), R44 (0.84) |
| R16 | Gris 1 | R16 (1.00) |
| R17 | Gris 2 | R17 (1.00) |
| R18 | Gris 3 | R16 (0.07), R17 (0.99) |
| R19 | Gris 4 | R19 (1.00) |
| R20 | Guinda 1 | R7 (0.30), R16 (0.38), R19 (0.11) |
| R21 | Guinda 2 | R7 (0.77), R16 (0.14), R19 (0.00) |
| R22 | Morada 1 | R7 (0.10), R16 (0.37), R19 (0.53) |
| R23 | Morada 2 | R7 (0.39), R16 (0.32), R19 (0.18) |
| R24 | Naranja 1 | R7 (0.54), R16 (0.29) |
| R25 | Naranja 2 | R7 (0.34), R16 (0.16), R17 (0.07), R19 (0.44) |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | R7 (0.02), R17 (1.11) |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | R7 (0.05), R17 (1.08) |
| R28 | Negra | R7 (0.24), R16 (0.08), R17 (0.71), R19 (0.04) |
| R29 | Oro Verde | R7 (0.01), R16 (0.32), R17 (0.21), R19 (0.39) |
| R30 | Roja 1 | R7 (0.47), R16 (0.34), R19 (0.08) |
| R31 | Roja 2 | R7 (0.86), R17 (0.14) |
| R32 | Roja 2 Oken | R7 (0.81), R17 (0.19) |
| R33 | Roja 3 | R7 (0.60), R16 (0.02), R17 (0.40) |
| R34 | Roja 3-A | R7 (0.48), R16 (0.01), R17 (0.49), R19 (0.04) |
| R35 | Roja 3-B | R7 (0.59), R16 (0.02), R17 (0.40) |
| R36 | Roja 4 | R7 (0.64), R16 (0.18), R19 (0.15) |
| R37 | Roja 4-M | R7 (0.21), R16 (0.30), R17 (0.53) |
| R38 | Rosa 1 | R7 (0.31), R16 (0.29), R19 (0.36) |
| R39 | Rosa 2 | R7 (0.50), R17 (0.50) |
| R40 | Rosa 2-B | R7 (0.80), R19 (0.14), R44 (0.07) |
| R41 | Rosa 3 | R7 (0.10), R19 (0.63), R44 (0.28) |
| R42 | Verde 1 | R17 (0.40), R44 (0.68) |
| R43 | Verde 2 | R17 (0.37), R44 (0.72) |
| R44 | Verde 3 | R44 (1.00) |
| R45 | Verde 4 | R17 (0.73), R44 (0.33) |
| R46 | Verde 4-B | R17 (0.76), R44 (0.29) |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

5.2.3 Análisis Slacks CRS

Por medio del análisis de las variables slacks, se obtiene la dirección en que deben reducirse los inputs y en la que deben aumentar los outputs para convertir las DMUs ineficientes en eficientes (Navarro, 2005).

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que para el primer input unidades, las rutas Café 2, Café 2-B, Crema 1, Gris 3, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Roja 2, Roja 2 Oken, Roja 3, Roja 3-B, Roja 4-M y Rosa 2 deben disminuir en 3.28, 13.13, 10.01, 8.35, 16.04, 16.92, 7.77, 6.03, 2.32, 2.06, 8.78 y 1.45 unidades respectivamente.

En cuanto al segundo input horas, las rutas Amarilla 1, Café 1, Coral 1, Guinda 1, Guinda 2, Morada 1, Morada 2, Naranja 1, Roja 1, Roja 4 y Rosa 1 deben disminuir sus horas de servicio en 1.79, 1.1, 0.4, 2.85, 0.44, 0.06, 1.94, 2.04, 3.06, 1.13 y 0.6 unidades en ese orden.

En el caso del tercer input frecuencia, las rutas Azul C, Café 2-B, Coral 2, Crema 2, Crema 2-A, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Verde 1, Verde 2, Verde 4 y Verde 4-B deben disminuir su tiempo de retraso entre unidades en 1.56, 0.22, 0.72, 2.69, 2.69, 0.38, 0.37, 3.21, 3.1, 4.03 y 4.14 unidades respectivamente.

Respecto a los viajes las rutas Amarilla 2, Azul C, Crema 2, Crema 2-A, Gris 3, Rosa 2-B, Rosa 3, Verde 1, Verde 2, Verde 4 y Verde 4-B deben incrementar sus viajes en 0.19, 0.24, 0.71, 2.12, 0.91, 0.74, 0.82, 3.67, 3.72, 0.06 y 1.25 unidades respectivamente. Las unidades Amarilla 1 y Naranja 1 deben aumentar los kilómetros recorridos en 0.95 y 2.27.

Considerando la disminución en cada input y al igual aumentando los outputs se puede alcanzar el nivel óptimo de eficiencia para cada ruta.

| Cuadro 5. 3. Análisis Slacks CRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|
| DMU | Ruta | Unidades | Horas | Frecuencia | Viajes | Veh/km |
| R1 | Amarilla 1 | 0 | 1.79 | 0 | 0 | 0.95 |
| R2 | Amarilla 2 | 0 | 0 | 0 | 0.19 | 0 |
| R3 | Azul A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R4 | Azul B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R5 | Azul C | 0 | 0 | 1.56 | 0.24 | 0 |
| R6 | Café 1 | 0 | 1.1 | 0 | 0 | 0 |
| R7 | Café 1-A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R8 | Café 2 | 3.28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R9 | Café 2-B | 13.13 | 0 | 0.22 | 0 | 0 |
| R10 | Coral 1 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 |
| R11 | Coral 2 | 0 | 0 | 0.72 | 0 | 0 |
| R12 | Coral 2-A | 1.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R13 | Crema 1 | 10.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R14 | Crema 2 | 0 | 0 | 2.69 | 0.71 | 0 |
| R15 | Crema 2-A | 0 | 0 | 2.69 | 2.12 | 0 |
| R16 | Gris 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R17 | Gris 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R18 | Gris 3 | 8.35 | 0 | 0 | 0.91 | 0 |

| | | | | | | |
|-----|--------------------|-------|------|------|------|------|
| R19 | Gris 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R20 | Guinda 1 | 0 | 2.85 | 0 | 0 | 0 |
| R21 | Guinda 2 | 0 | 0.44 | 0 | 0 | 0 |
| R22 | Morada 1 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 |
| R23 | Morada 2 | 0 | 1.94 | 0 | 0 | 0 |
| R24 | Naranja 1 | 0 | 2.04 | 0 | 0 | 2.27 |
| R25 | Naranja 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | 16.04 | 0 | 0.38 | 0 | 0 |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | 16.92 | 0 | 0.37 | 0 | 0 |
| R28 | Negra | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R29 | Oro Verde | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R30 | Roja 1 | 0 | 3.06 | 0 | 0 | 0 |
| R31 | Roja 2 | 7.77 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R32 | Roja 2 Oken | 6.03 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R33 | Roja 3 | 2.32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R34 | Roja 3-A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R35 | Roja 3-B | 2.06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R36 | Roja 4 | 0 | 1.13 | 0 | 0 | 0 |
| R37 | Roja 4-M | 8.78 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R38 | Rosa 1 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 |
| R39 | Rosa 2 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R40 | Rosa 2-B | 0 | 0 | 0 | 0.74 | 0 |
| R41 | Rosa 3 | 0 | 0 | 0 | 0.82 | 0 |
| R42 | Verde 1 | 0 | 0 | 3.21 | 3.67 | 0 |
| R43 | Verde 2 | 0 | 0 | 3.1 | 3.72 | 0 |
| R44 | Verde 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R45 | Verde 4 | 0 | 0 | 4.03 | 0.06 | 0 |
| R46 | Verde 4-B | 0 | 0 | 4.14 | 1.25 | 0 |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

5.3 Modelo DEA con Rendimientos Variables

Utilizando el modelo DEA con rendimientos variables se puede observar que se tuvo un aumento en el número de rutas eficientes, pasando de cinco a diez rutas para el año 2015 las cuales son: Café 1-A, Coral 2-A, Gris 1, Gris 2, Gris 4, Guinda 1, Guinda 2, Oro Verde, Verde 2 y Verde 3 y como ineficientes se obtuvieron las siguientes: Verde 1, Rosa 2-B, Rosa 3, Café 1, Gris 3, Naranja 1, Azul C, Café 2-B, Amarilla 1, Azul A, Amarilla 2, Azul B, Roja 1, Morada 2, Coral 2, Crema 2-A, Roja 3-A, Rosa 2, Café 2, Negra, Morada 1, Roja 3-B, Roja 3, Naranja 2, Naranja 3 Erandeni, Rosa 1, Roja 2 Oken, Verde 4-B, Roja 4, Coral 1, Roja 2, Naranja 3 Galaxia, Crema 2, Crema 1, Verde 4, Roja 4-M.

En el cuadro 5.4 se detallan los niveles de eficiencia obtenidos con el Modelo DEA VRS. Los resultados se presentan partiendo de la ruta más eficiente a la menos eficiente. Considerándose eficientes aquellas rutas que obtuvieron una puntuación de 1, y como ineficientes aquellas que se encuentran por debajo de 1. Todas las rutas que se encuentran más alejadas de 1 se consideran más ineficientes.

La eficiencia promedio en este modelo es de 0.761245 y las rutas que se encuentran por arriba de esta puntuación son: Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3, Azul C, Café 1, Oro Verde, Amarilla 2, Coral 2, Naranja 1, Roja 1, Morada 2, Roja 3-A. Aquellas rutas que se encuentran por debajo de esta puntuación se pueden considerar menos eficientes.

Cuadro 5. 4. Eficiencia Técnica con Rendimientos Variables en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015

| DMU | Ruta | Score |
|------------|-------------|--------------|
| R16 | Gris 1 | 1.000000 |
| R17 | Gris 2 | 1.000000 |
| R19 | Gris 4 | 1.000000 |
| R44 | Verde 3 | 1.000000 |
| R7 | Café 1-A | 1.000000 |
| R42 | Verde 1 | 1.000000 |
| R43 | Verde 2 | 1.000000 |
| R40 | Rosa 2-B | 1.000000 |
| R41 | Rosa 3 | 1.000000 |
| R20 | Guinda 1 | 1.000000 |
| R18 | Gris 3 | 0.998631 |
| R5 | Azul C | 0.953984 |
| R6 | Café 1 | 0.944326 |
| R29 | Oro Verde | 0.940722 |
| R2 | Amarilla 2 | 0.889787 |
| R11 | Coral 2 | 0.875428 |
| R24 | Naranja 1 | 0.837708 |
| R30 | Roja 1 | 0.835500 |
| R23 | Morada 2 | 0.822667 |
| R34 | Roja 3-A | 0.760899 |
| R21 | Guinda 2 | 0.723928 |
| R3 | Azul A | 0.723102 |
| R9 | Café 2-B | 0.713952 |
| R39 | Rosa 2 | 0.710028 |
| R15 | Crema 2-A | 0.709748 |
| R1 | Amarilla 1 | 0.708771 |

| | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| R4 | Azul B | 0.690764 |
| R8 | Café 2 | 0.670233 |
| R22 | Morada 1 | 0.646588 |
| R35 | Roja 3-B | 0.642109 |
| R33 | Roja 3 | 0.619153 |
| R12 | Coral 2-A | 0.618820 |
| R28 | Negra | 0.613662 |
| R25 | Naranja 2 | 0.610600 |
| R32 | Roja 2 Oken | 0.610582 |
| R38 | Rosa 1 | 0.605756 |
| R36 | Roja 4 | 0.601649 |
| R46 | Verde 4-B | 0.596309 |
| R10 | Coral 1 | 0.592406 |
| R31 | Roja 2 | 0.581338 |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | 0.575295 |
| R14 | Crema 2 | 0.574744 |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | 0.574697 |
| R13 | Crema 1 | 0.509628 |
| R45 | Verde 4 | 0.471262 |
| R37 | Roja 4-M | 0.462487 |
| Promedio | | 0.761245 |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

Los resultados en este modelo arrojaron un aumento en el número de rutas eficientes. Se mantuvieron las mismas rutas eficientes arrojadas en el modelo CRS y se sumaron las rutas Coral 2-A, Guinda 1, Guinda 2, Oro Verde, Verde 2.

Se puede considerar que la ruta Coral 2-A resulto eficiente considerando el número de unidades y los viajes realizados con una frecuencia de 4 minutos (véase cuadro 2 de los anexos).

Para las rutas Guinda 1 y Guinda 2 se podrían considerar eficientes por los 8 y 9 viajes realizados por unidad, con una frecuencia de 2.30 y 4.00 minutos respectivamente (véase cuadro 2 de los anexos).

En el caso de las rutas Oro Verde y Verde 2 lo que pudo determinar su eficiencia son los 19.10 y 24.08 kilómetros recorridos (véase cuadro 2 de los anexos).

Las rutas Verde 4 y Roja 4-M continúan teniendo los niveles más altos de ineficiencia (véase cuadro 2 de los anexos).

5.3.1 Análisis Benchmarking VRS

En el análisis benchmarking para el modelo CRS se mencionó como este análisis logra identificar las rutas que sirven como referencia para aquellas ineficientes con características similares. Con el análisis benchmarking VRS las rutas eficientes que se identificaron como referencia para las ineficientes son diez. En el cuadro 5.5 se puede observar que la ruta que se toma con mayor referencia al igual que en el análisis benchmarking CRS, es la ruta Café 1-A (R7) con 26 veces, siguiéndole la

ruta Gris 2 (R17) con 24 veces, la ruta Gris 1 (R16) con 16 veces, Gris 4 (R19) con 15 veces, Verde 3 (R44) con 13 veces y Guinda 1 (R20) con 12 veces.

Las rutas de menor referencia son la ruta Guinda 2 (R21) con 5 veces, la Verde 2 (R43) con 4 veces, la Oro Verde (R29) con 2 veces y Coral 2-A (R12) con 1 vez.

Siendo las rutas de mayor eficiencia la ruta Café 1-A (R7) y Gris 2 (R17) y las de menor eficiencia la ruta Oro Verde (R29) y Coral 2-A (R12).

| Cuadro 5. 5. Análisis Benchmarking VRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | |
|--|-------------|---|
| DMU | Ruta | Benchmarks |
| R1 | Amarilla 1 | R7 (0.09), R20 (0.64), R21 (0.27) |
| R2 | Amarilla 2 | R7 (0.02), R16 (0.22), R17 (0.66), R19 (0.10) |
| R3 | Azul A | R7 (0.17), R19 (0.23), R20 (0.40), R21 (0.02), R44 (0.17) |
| R4 | Azul B | R7 (0.27), R17 (0.07), R19 (0.12), R20 (0.42), R44 (0.12) |
| R5 | Azul C | R44 (1.00) |
| R6 | Café 1 | R17 (0.07), R20 (0.72), R21 (0.16), R44 (0.05) |
| R7 | Café 1-A | R7 (1.00) |
| R8 | Café 2 | R7 (0.40), R17 (0.60) |
| R9 | Café 2-B | R17 (0.30), R29 (0.35), R44 (0.35) |
| R10 | Coral 1 | R7 (0.52), R16 (0.17), R19 (0.30), R20 (0.01) |
| R11 | Coral 2 | R7 (0.49), R17 (0.16), R44 (0.35) |
| R12 | Coral 2-A | R12 (1.00) |
| R13 | Crema 1 | R7 (0.65), R17 (0.35) |
| R14 | Crema 2 | R17 (0.32), R19 (0.03), R44 (0.64) |
| R15 | Crema 2-A | R17 (0.17), R43 (0.42), R44 (0.41) |
| R16 | Gris 1 | R16 (1.00) |
| R17 | Gris 2 | R17 (1.00) |
| R18 | Gris 3 | R17 (1.00) |
| R19 | Gris 4 | R19 (1.00) |

| | | |
|-----|--------------------|--|
| R20 | Guinda 1 | R20 (1.00) |
| R21 | Guinda 2 | R21 (1.00) |
| R22 | Morada 1 | R7 (0.10), R16 (0.36), R19 (0.53), R20 (0.01) |
| R23 | Morada 2 | R7 (0.24), R16 (0.12), R19 (0.13), R 20 (0.51) |
| R24 | Naranja 1 | R7 (0.06), R20 (0.62), R21 (0.31) |
| R25 | Naranja 2 | R7 (0.36), R16 (0.16), R17 (0.13), R19 (0.35) |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | R16 (0.04), R17 (0.96) |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | R16 (0.10), R17 (0.90) |
| R28 | Negra | R7 (0.23), R16 (0.10), R17 (0.67) |
| R29 | Oro Verde | R29 (1.00) |
| R30 | Roja 1 | R7 (0.30), R16 (0.13), R19 (0.03), R20 (0.53) |
| R31 | Roja 2 | R7 (0.86), R17 (0.14) |
| R32 | Roja 2 Oken | R7 (0.81), R17 (0.19) |
| R33 | Roja 3 | R7 (0.58), R16 (0.05), R17 (0.37) |
| R34 | Roja 3-A | R7 (0.48), R16 (0.01), R17 (0.51) |
| R35 | Roja 3-B | R7 (0.57), R16 (0.05), R17 (0.38) |
| R36 | Roja 4 | R7 (0.61), R16 (0.14), R19 (0.14), R20 (0.10) |
| R37 | Roja 4-M | R7 (0.15), R16 (0.42), R17 (0.43) |
| R38 | Rosa 1 | R7 (0.27), R16 (0.23), R19 (0.34), R20 (0.16) |
| R39 | Rosa 2 | R7 (0.50), R17 (0.50) |
| R40 | Rosa 2-B | R7 (0.80), R19 (0.14), R44 (0.07) |
| R41 | Rosa 3 | R7 (0.05), R19 (0.64), R44 (0.32) |
| R42 | Verde 1 | R17 (0.06), R43 (0.94) |
| R43 | Verde 2 | R43 (1.00) |
| R44 | Verde 3 | R44 (1.00) |
| R45 | Verde 4 | R17 (0.63), R19 (0.20), R44 (0.17) |
| R46 | Verde 4-B | R17 (0.68), R43 (0.27), R44 (0.05) |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

5.3.2 Análisis Slacks VRS

Como se mencionó en el análisis slacks CRS este análisis nos sirve para saber en qué dirección deben reducirse los inputs y en la que deben aumentar los outputs para convertir las DMUs ineficientes en eficientes.

Con los resultados obtenidos tenemos que las rutas Amarilla 1, Café 2, Café 2-B, Coral 2, Crema 1, Gris 3, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Roja 2, Roja 2 Oken y Rosa 2 deben disminuir sus unidades en 1.95, 3.28, 11.85, 1.47, 10.01, 16, 18.02, 13.1, 7.77, 6.03, y 1.45 respectivamente.

En cuanto al input horas, las rutas Amarilla 2, Coral 1, Crema 2, Crema 2-A, Gris 3, Morada 1, Morada 2, Naranja 1, Naranja 2, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Roja 1, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4, Roja 4-M, Rosa 1, Rosa 3, Verde 4 y Verde 4-B deben disminuir sus horas en 0.45, 0.37, 1.56, 1.12, 1, 0.04, 0.47, 0.03, 0.33, 1.92, 1.8, 1.09, 1.54, 0.2, 0.28, 0.2, 0.84, 0.46, 0.15, 0.3, 0.45 y 0.39 unidades en ese orden.

En el caso del input frecuencia, las rutas Coral 2, Crema 2, Crema 2-A, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4-M, Verde 1, Verde 4 y Verde 4-B deben disminuir su tiempo de salida entre cada unidad en 0.3, 3.74, 2.09, 1.15, 1.41, 0.41, 0.2, 0.05, 0.19, 0.67, 0.29, 4.85 y 3.54 respectivamente.

Por lo que se refiere a los outputs las rutas Azul C, Café1, Café 2-B, Gris 3, Rosa 2-B, Rosa 3 y Verde 1 deben incrementar sus viajes en 1.73, 0.5, 1.69, 0.54, 0.74, 0.32 y 0.17 unidades respectivamente y las rutas Amarilla 1 y Naranja 1 deben aumentar los kilómetros en 1.89 y 3.17 respectivamente.

Al igual que en el modelo CRS considerando la disminución en cada input y al igual aumentando los outputs se puede alcanzar el nivel óptimo de eficiencia para cada ruta.

| Cuadro 5. 6. Análisis Slacks VRS de las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|
| DMU | Ruta | Unidades | Horas | Frecuencia | Viajes | Veh/km |
| R1 | Amarilla 1 | 1.95 | 0 | 0 | 0 | 1.89 |
| R2 | Amarilla 2 | 0 | 0.45 | 0 | 0 | 0 |
| R3 | Azul A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R4 | Azul B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R5 | Azul C | 5 | 0 | 1 | 1.73 | 0 |
| R6 | Café 1 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 |
| R7 | Café 1-A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R8 | Café 2 | 3.28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R9 | Café 2-B | 11.85 | 0 | 0 | 1.69 | 0 |
| R10 | Coral 1 | 0 | 0.37 | 0 | 0 | 0 |
| R11 | Coral 2 | 1.47 | 0 | 0.3 | 0 | 0 |
| R12 | Coral 2-A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R13 | Crema 1 | 10.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R14 | Crema 2 | 0 | 1.56 | 3.74 | 0 | 0 |
| R15 | Crema 2-A | 0 | 1.12 | 2.09 | 0 | 0 |
| R16 | Gris 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R17 | Gris 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R18 | Gris 3 | 16 | 1 | 0 | 0.54 | 0 |

| | | | | | | |
|-----|--------------------|-------|------|------|------|------|
| R19 | Gris 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R20 | Guinda 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R21 | Guinda 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R22 | Morada 1 | 0 | 0.04 | 0 | 0 | 0 |
| R23 | Morada 2 | 0 | 0.47 | 0 | 0 | 0 |
| R24 | Naranja 1 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 3.17 |
| R25 | Naranja 2 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | 18.02 | 1.92 | 1.15 | 0 | 0 |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | 13.1 | 1.8 | 1.41 | 0 | 0 |
| R28 | Negra | 0 | 1.09 | 0.41 | 0 | 0 |
| R29 | Oro Verde | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R30 | Roja 1 | 0 | 1.54 | 0 | 0 | 0 |
| R31 | Roja 2 | 7.77 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R32 | Roja 2 Oken | 6.03 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R33 | Roja 3 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 |
| R34 | Roja 3-A | 0 | 0.28 | 0.05 | 0 | 0 |
| R35 | Roja 3-B | 0 | 0.2 | 0.19 | 0 | 0 |
| R36 | Roja 4 | 0 | 0.84 | 0 | 0 | 0 |
| R37 | Roja 4-M | 0 | 0.46 | 0.67 | 0 | 0 |
| R38 | Rosa 1 | 0 | 0.15 | 0 | 0 | 0 |
| R39 | Rosa 2 | 1.45 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R40 | Rosa 2-B | 0 | 0 | 0 | 0.74 | 0 |
| R41 | Rosa 3 | 0 | 0.3 | 0 | 0.32 | 0 |
| R42 | Verde 1 | 0 | 0 | 0.29 | 0.17 | 0 |
| R43 | Verde 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R44 | Verde 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R45 | Verde 4 | 0 | 0.45 | 4.85 | 0 | 0 |
| R46 | Verde 4-B | 0 | 0.39 | 3.54 | 0 | 0 |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

5.4 Eficiencia de Escala

En los resultados obtenidos en la eficiencia de escala se puede observar que aumentó el número de rutas eficientes, teniendo once rutas eficientes, las cuales son: Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3.

En el cuadro 5.7 se muestran los resultados obtenidos en la medición de la eficiencia de escala, esta eficiencia se obtiene calculando los dos modelos CRS y VRS y la diferencia entre ambos es el resultado de la eficiencia de escala. Los resultados están ordenados de mayor a menor. Considerándose eficientes aquellas rutas que obtuvieron una puntuación de 1, y como ineficientes aquellas que se encuentran por debajo de 1. Todas las rutas que se encuentran más alejadas de 1 se consideran más ineficientes.

La eficiencia promedio en este modelo es de 0.937138 y las rutas que se encuentran por arriba de esta puntuación son: Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3, Azul C, Café 1, Oro Verde, Amarilla 2, Coral 2, Naranja 1, Roja 1, Morada 2, Roja 3-A, Guinda 2, Azul A, Café 2-B, Rosa 2, Crema 2-A, Amarilla 1, Azul B, Café 2, Morada 1, Roja 3-B, Roja 3, Coral 2-A, Negra. Aquellas rutas que se encuentran por debajo de esta puntuación se pueden considerar menos eficientes.

En este análisis se obtuvieron valores muy cercanos al óptimo, lo que quiere decir que las rutas tienen un nivel de eficiencia más alto.

| Cuadro 5. 7. Eficiencia de Escala en las Rutas de la Ciudad de Morelia, 2015 | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|
| DMU | Ruta | Score | RTS |
| R16 | Gris 1 | 1.000000 | Constante |
| R17 | Gris 2 | 1.000000 | Constante |
| R19 | Gris 4 | 1.000000 | Constante |
| R44 | Verde 3 | 1.000000 | Constante |
| R7 | Café 1-A | 1.000000 | Constante |
| R42 | Verde 1 | 1.000000 | Constante |
| R43 | Verde 2 | 1.000000 | Constante |
| R40 | Rosa 2-B | 1.000000 | Constante |
| R41 | Rosa 3 | 1.000000 | Constante |
| R20 | Guinda 1 | 1.000000 | Constante |
| R18 | Gris 3 | 1.000000 | Constante |
| R5 | Azul C | 0.999609 | Creciente |
| R6 | Café 1 | 0.999191 | Creciente |
| R29 | Oro Verde | 0.998966 | Decreciente |
| R2 | Amarilla 2 | 0.993158 | Creciente |
| R11 | Coral 2 | 0.990743 | Creciente |
| R24 | Naranja 1 | 0.989273 | Creciente |
| R30 | Roja 1 | 0.987551 | Decreciente |
| R23 | Morada 2 | 0.986049 | Decreciente |
| R34 | Roja 3-A | 0.985862 | Decreciente |
| R21 | Guinda 2 | 0.985691 | Decreciente |
| R3 | Azul A | 0.985583 | Decreciente |
| R9 | Café 2-B | 0.979783 | Decreciente |
| R39 | Rosa 2 | 0.970831 | Decreciente |

| | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|-------------|
| R15 | Crema 2-A | 0.970026 | Decreciente |
| R1 | Amarilla 1 | 0.968562 | Decreciente |
| R4 | Azul B | 0.966409 | Decreciente |
| R8 | Café 2 | 0.962837 | Creciente |
| R22 | Morada 1 | 0.961488 | Creciente |
| R35 | Roja 3-B | 0.957326 | Decreciente |
| R33 | Roja 3 | 0.943035 | Decreciente |
| R12 | Coral 2-A | 0.937383 | Decreciente |
| R28 | Negra | 0.936558 | Decreciente |
| R25 | Naranja 2 | 0.918427 | Creciente |
| R32 | Roja 2 Oken | 0.912612 | Creciente |
| R38 | Rosa 1 | 0.896454 | Creciente |
| R36 | Roja 4 | 0.894821 | Decreciente |
| R46 | Verde 4-B | 0.891131 | Decreciente |
| R10 | Coral 1 | 0.884272 | Creciente |
| R31 | Roja 2 | 0.812497 | Creciente |
| R26 | Naranja 3 Erandeni | 0.807901 | Creciente |
| R14 | Crema 2 | 0.805021 | Creciente |
| R27 | Naranja 3 Galaxia | 0.801927 | Creciente |
| R13 | Crema 1 | 0.750086 | Creciente |
| R45 | Verde 4 | 0.672914 | Creciente |
| R37 | Roja 4-M | 0.604375 | Creciente |
| Promedio | | 0.937138 | |

Fuente. Elaboración propia con base en cálculos realizados en el programa EMS DEA

Comparando este modelo con los modelos anteriores se obtuvo un aumento en el número de rutas eficientes ya que ahora se cuentan con once rutas eficientes. Se mantuvieron las mismas rutas eficientes y se agregó la ruta Gris 3. Esta ruta se

puede considerar eficiente por los kilómetros recorridos con una frecuencia de 5 minutos (Véase anexo 2).

Como ya se explicó en capítulos anteriores los rendimientos a escala pueden ser constantes, crecientes o decrecientes.

Los resultados arrojaron que las rutas eficientes con rendimientos constantes son las rutas: Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1 y Gris 3. Lo cual quiere decir que el incremento porcentual de los outputs es igual al aumento porcentual de los inputs.

Las rutas con rendimientos crecientes son: Azul C, Café 1, Amarilla 2, Coral 2, Naranja 1, Café 2, Morada 1, Naranja 2, Roja 2 Oken, Rosa 1, Coral 1, Roja 2, Naranja 3 Erandeni, Crema 2, Naranja 3 Galaxia, Crema 1, Verde 4 y Roja 4-M, en este caso el incremento porcentual de los outputs es mayor que el incremento porcentual de los factores.

Por ultimo las rutas con rendimientos decrecientes son: Oro Verde, Roja 1, Morada 2, Roja 3-A, Guinda 2, Azul A, Café 2-B, Rosa 2, Crema 2-A, Amarilla 1, Azul B, Roja 3-B, Roja 3, Coral 2-A, Negra, Roja 4 y Verde 4-B, en estas rutas el incremento porcentual de los outputs es menor que el incremento porcentual de los inputs.

La diferencia de las rutas ineficientes en los modelos radica en que para la imposición de una restricción para el modelo de rendimientos variables a escala

implica que el conjunto de referencia para la entidad considerada está más cerca. De este modo se asegura que un agente sea comparado con otros de tamaño similar. Una característica del modelo de rendimientos variables a escala es que los puntajes encontrados son iguales o superiores a los del modelo de rendimientos constantes a escala, debido a que la entidad se está comparando con agentes eficientes aun cuando no lo sean en términos de escala. De este modo, una entidad podría ser comparada con otras que no necesariamente son eficientes a escala pero con tamaños similares, lo que resultaría un tamaño mayor (Romeu, 2011).

Otro aspecto importante de este tipo de modelos es que permite la descomposición del índice de eficiencia técnica global en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Para que una entidad pueda ser considerada eficiente en el modelo de rendimientos constantes a escala debe tener eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Las rutas eficientes en el modelo de rendimientos variables a escala, son eficientes porque aprovechan al máximo sus recursos a diferencia de la eficiencia de escala, estas unidades son eficientes por están trabajando a una escala óptima. Si una entidad es eficiente en el sentido de rendimientos constantes a escala entonces será eficiencia tanto a escala como técnicamente, por lo que su eficiencia de escala será igual a 1 (Romeu, 2011).

En los modelos realizados la eficiencia con mayor puntaje fue la eficiencia de escala con 0.937138, rebasando a la eficiencia técnica pura que en promedio obtuvo un puntaje de 0.761245, por lo cual la eficiencia que incidió más en la eficiencia técnica global fue la eficiencia de escala.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA DE POLÍTICA PÚBLICA

“El objetivo principal de una política pública es solucionar un problema o una necesidad que presenta una población determinada” (Molinero y Sánchez, 1998).

Después de haber realizado un diagnóstico de la situación actual del servicio de transporte público en la ciudad de Morelia y ya obtenidos los resultados en la presente investigación, en este apartado se desarrolla una propuesta que permita a las administraciones públicas responsables del transporte intentar solucionar los problemas que presenta el servicio.

Para lo cual se hizo uso de la Metodología de Marco Lógico (MML) la cual propone una estructura que busca finalmente comunicar e integrar los elementos esenciales sobre un proyecto o programa.

Como primer paso se llevó a cabo la identificación de involucrados en la prestación del servicio de transporte público en Morelia, Michoacán. Este diagrama permite visualizar los distintos actores involucrados y cuáles podrían ser las categorías de actores a utilizar dependiendo de las características comunes de cada actor.

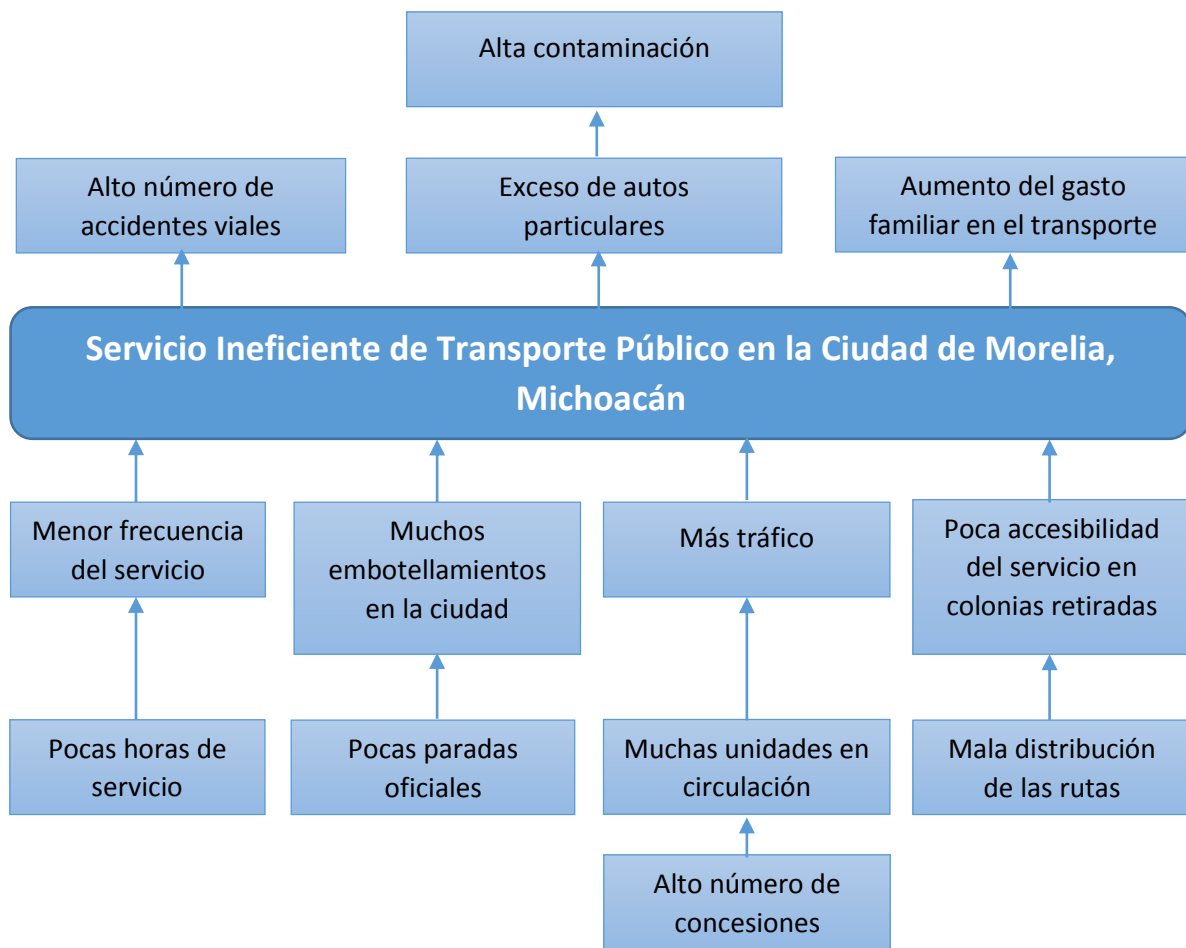
Esquema 1. Análisis de Involucrados



Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

Una vez realizado el análisis de involucrados como segundo paso debe diseñarse el árbol de problema. En la parte de arriba del árbol se deben definir los efectos más importantes del problema en cuestión, y en la parte de abajo se ponen las principales causas que pueden originar el problema.

Esquema 2. Árbol de Problemas

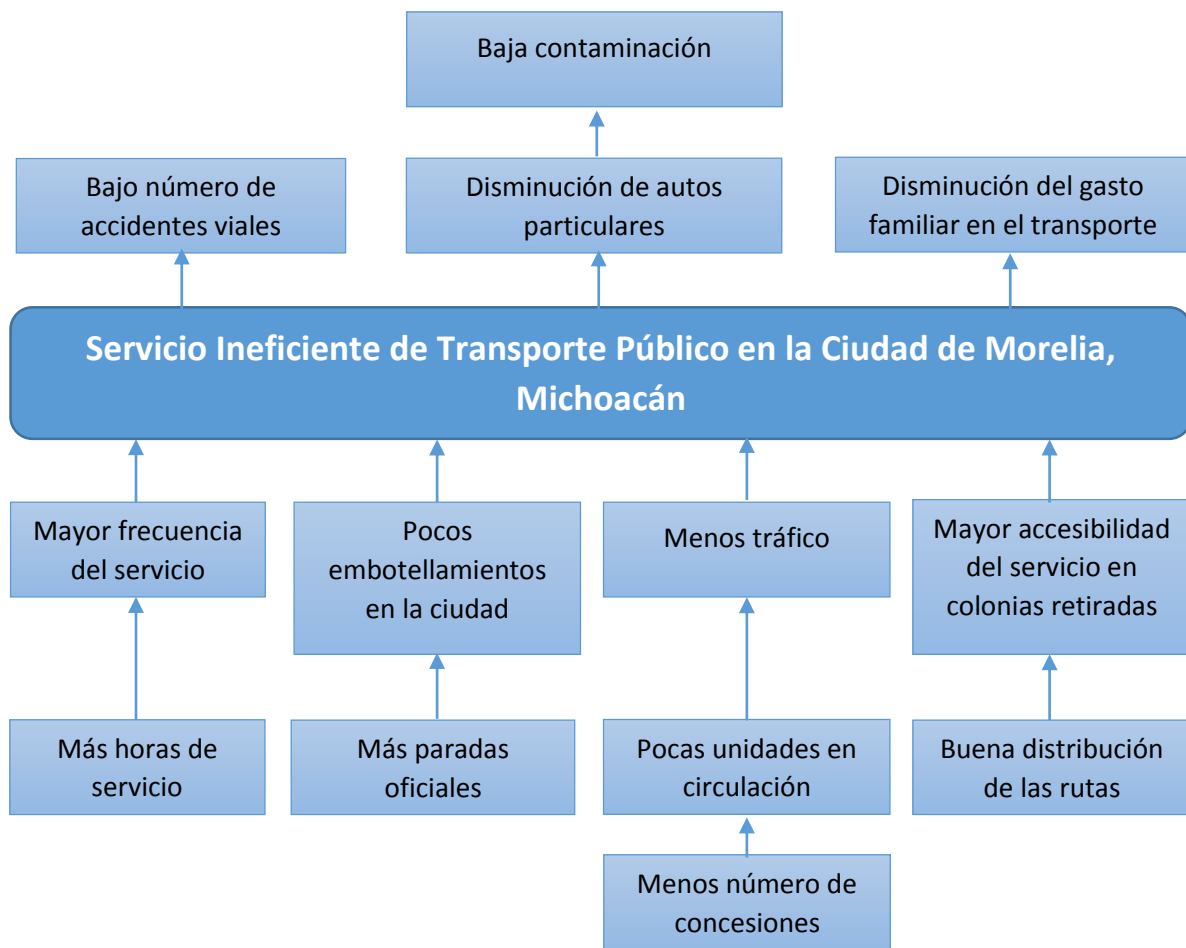


Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

Ya diseñado el árbol de problemas ahora se realiza el análisis de objetivos en el que las causas pasan a ser los medios y los efectos se convierten en fines y lo que era el problema central se convierte en el objetivo central.

La importancia de este análisis radica en que de este último se deben deducir las alternativas de solución para superar el problema.

Esquema 3. Árbol de Objetivos



Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

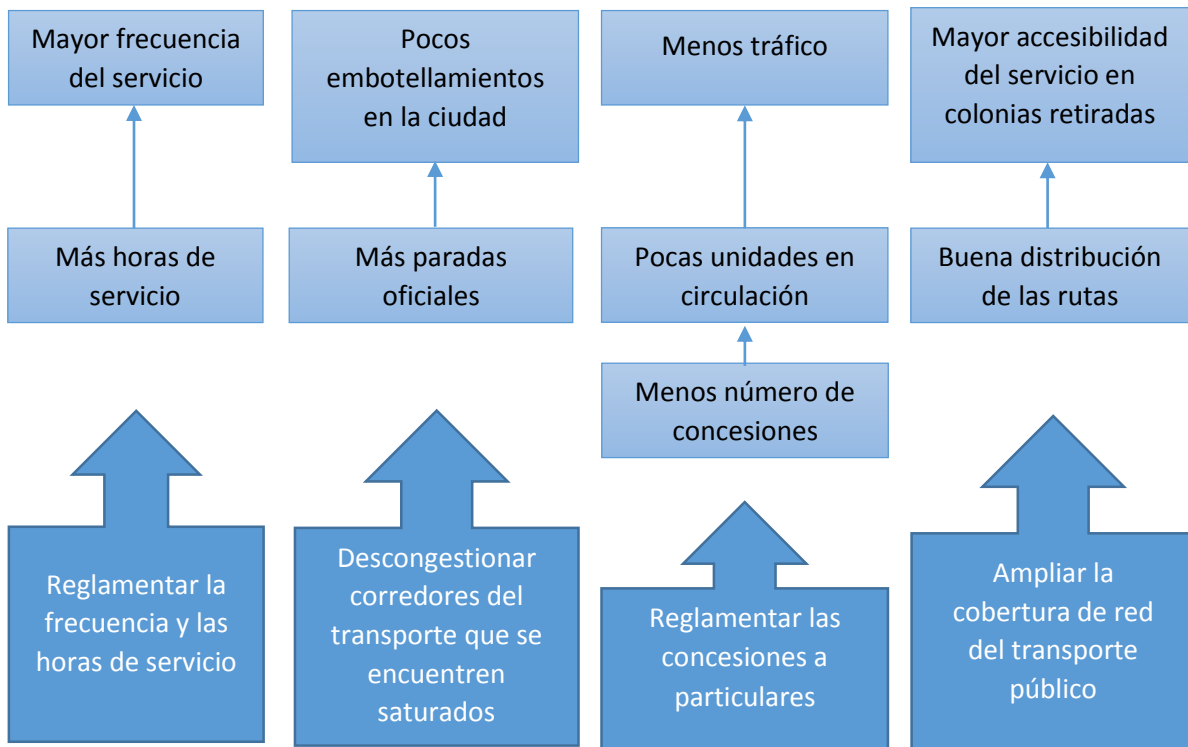
En la medida en que las causas estén bien identificadas, los medios también lo estarán y las alternativas serán más acertadas para la resolución del problema y obtención de los fines que persiga el proyecto. Por ello las causas deben ramificarse todo lo que sea posible para tener mucho más desagregadas las posibles vías de solución en el servicio.

Acciones e Identificación de Alternativas

En este punto se deben formular acciones para solucionar el problema planteado, para esto se debe utilizar como herramienta el árbol de objetivos (medios) con el fin de buscar de manera creativa, una acción que lo concrete efectivamente en la práctica.

A continuación se proponen las siguientes alternativas:

Esquema 4. Alternativas óptimas



Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

Esquema 5. Estructura Analítica del Proyecto



Fuente: Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

Construcción de la Matriz de Marco Lógico

El propósito es construir la columna de resumen narrativo de la MML, la cual sintetiza las actividades del proyecto, los productos que se entregarán, y los resultados de corto, mediano y largo plazo que se esperan lograr en la población objetivo, es decir, los mecanismos que permiten convertir insumos en productos y finalmente en resultados de corto, mediano y largo plazo.

| Cuadro 6. 1. Resumen Narrativo | |
|---------------------------------------|---|
| Nivel | Objetivo |
| 1. FIN | F.1. Mejorar los niveles de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán. |
| | F.2. Mejorar la cobertura de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán. |
| 2. PROPOSITO | P.1. Contar con un servicio eficiente de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán. |
| 3. COMPONENTES | C.1. Implementar sistemas integrados de transporte urbano de alta calidad. |
| | C.2. Invertir en infraestructura de transporte urbano |
| | A.1. Contar con unidades limpias y en buen estado, aplicando sanciones a quienes no cumplan. |

| | |
|-----------------------|---|
| 4. ACTIVIDADES | A.2. Mejorar la formación de los conductores para que conduzcan de forma adecuada, dándoles cursos por lo menos una vez al mes. |
| | A.3. Aumentar la longitud de los viajes, que permitan tener una mayor cobertura, atendiendo colonias alejados del centro histórico. |
| | A.4. Mejora de la frecuencia y las horas de funcionamiento del servicio. |
| | A.5. Modernizar la infraestructura, creando estaciones y paraderos. |
| | A.6. Actualizar los estándares de verificación vehicular en los programas ya existentes. |
| | A.7. Establecer contratos transparentes y adecuados con reglas de operación para los concesionarios. |
| | A.8. Garantizar que el transporte responda adecuadamente a la demanda estimada. |
| | A.9. Nuevo diseño de la distribución y recorridos de las rutas. |
| | A.10. Mantener al usuario informado de los itinerarios de las rutas, poniendo dentro de cada unidad su recorrido y horario. |
| | A.11. Establecer mecanismos de financiamiento federal para la movilidad urbana. |

| | |
|--|--|
| | A.12. Impulsar asociaciones público privadas para el mantenimiento y operación de los corredores y estaciones de transporte. |
|--|--|

Fuente. Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

Es importante mencionar que la visión de la Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán es “Lograr altos estándares de calidad en el transporte público, a través de una organización descentralizada, efectiva, honesta y transparente, que facilite los procesos y establezca los controles adecuados para ello logrando así cumplir las demandas fundamentales de la sociedad referentes al transporte público, a la vez que permita construir las bases para un desarrollo próspero y sustentable en el mediano y largo plazo (COCOTRA, 2015). Señalamiento que no ha sido cumplido principalmente por ser un sector que se encuentra demasiado politizado, en donde los interés políticos que tienen las partes involucradas, se anteponen a los intereses de la ciudadanía.

Los actores políticos del servicio de transporte público, concesionarios, y organizaciones de transportistas se niegan a aceptar proyectos que logren mejorar el servicio que se tiene, ya que con ello se afectan sus beneficios económicos. Aunque se propongan propuestas que permitan contar con un buen servicio, estas no se pueden concretar si no se llega a un acuerdo entre los involucrados.

La COCOTRA señaló que se ha estado trabajando en un reordenamiento de rutas, principalmente en la capital del Estado, menciona que ya se cuenta con un estudio avanzado que permite tener los mecanismos adecuados para rediseñar el sistema, pero que por falta de acuerdos entre los propios transportistas esto no se ha podido concretar.

Se requiere que lo que se implemente por las autoridades en el servicio de transporte público, sea en beneficio de la población y no de acuerdo a las necesidades e intereses de sus actores políticos.

Una vez realizado el Resumen Narrativo se procede a construir la Matriz de Marco Lógico:

| Cuadro 6. 2. Matriz de Marco Lógico | | | |
|---|---|---|---|
| Resumen Narrativo | Indicadores | Medios de Verificación | Supuestos |
| F.1. Mejorar los niveles de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán. | F.1.1. Al término del proyecto se han aumentado los niveles de eficiencia del servicio de transporte público en un 50%. | MV. 1.1. Registros del proyecto. | La Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán en |
| F.2. Mejorar la cobertura del transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán. | F.2.1. Al término del proyecto se han aumentado en un 50% los desplazamientos en la ciudad. | MV. 2.1. Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán. | atendió de manera correcta la problemática. |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>P.1. Contar con un servicio eficiente de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán.</p> | <p>P.1.1. Al término del proyecto el sistema de transporte público atiende un mayor número de usuarios por día.</p> <p>P.1.2. Al término del proyecto el sistema de transporte cuenta con horarios de servicio establecidos para todas las rutas.</p> <p>P.1.3. Al término del proyecto la ciudad de Morelia, Michoacán cuenta con estaciones para el transporte público en diferentes zonas de la ciudad.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Participación ciudadana en la toma de decisiones de la administración pública.</p> |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>P.1. Contar con un servicio eficiente de transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán.</p> | <p>P.1.4. Al término del proyecto las unidades cuentan con verificaciones bimestrales.</p> <p>P.1.5. Al término del proyecto la COCOTRA ha emitido contratos a los concesionarios que contienen las reglas bajo las cuales deben operación</p> <p>P.1.6. Al término del proyecto la ciudad de Morelia, Michoacán cuenta con financiamiento público para el desarrollo del sistema de transporte público.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Participación ciudadana en la toma de decisiones de la administración pública.</p> |
|--|--|---|---|

| | | | |
|--|---|--|---|
| | P.1.7. Al término del proyecto el sistema de transporte público cuenta con una asociación encargada del mantenimiento y operación de los corredores y estaciones. | | |
| C.1. Implementar sistemas integrados de transporte urbano de alta calidad. | C.1.1. Al término del proyecto el Estado de Michoacán cuenta con un sistema de transporte que cumple con los requerimientos de los usuarios, concesionarios y sociedad. | Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán. | Los concesionarios no muestran oposición en realizar cambios en el sistema de transporte público. |
| C.2. Invertir en infraestructura de transporte urbano. | C.2.1. Al término del proyecto el Estado de Michoacán cuenta con una infraestructura adecuada para el transporte colectivo. | | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>A.1. Contar con unidades limpias y en buen estado, aplicando sanciones a quienes no cumplan.</p> | | | |
| <p>A.2. Mejorar la formación de los conductores para que conduzcan de forma adecuada, dándoles cursos por lo menos una vez al mes.</p> | <p>Concesionarios, Presupuesto Público y Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Se cuenta con el presupuesto necesario y con la aprobación de los involucrados para llevar a cabo las actividades.</p> |
| <p>A.3. Aumentar la longitud de los viajes, que permitan tener una mayor cobertura, atendiendo</p> | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>colonias alejados del centro histórico.</p> | | | |
| <p>A.4. Mejora de la frecuencia y las horas de funcionamiento del servicio.</p> | | | |
| <p>A.5. Modernizar la infraestructura, creando estaciones y paraderos.</p> | <p>Concesionarios, Presupuesto Público y Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Se cuenta con el presupuesto necesario y con la aprobación de los involucrados para llevar a cabo las actividades.</p> |
| <p>A.6. Actualizar los estándares de verificación vehicular en los programas ya existentes.</p> | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>A.7. Establecer contratos transparentes y adecuados con reglas de operación para los concesionarios.</p> | | | |
| <p>A.8. Garantizar que el transporte responda adecuadamente a la demanda estimada.</p> | <p>Concesionarios, Presupuesto Público y Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Se cuenta con el presupuesto necesario y con la aprobación de los involucrados para llevar a cabo las actividades.</p> |
| <p>A.9. Nuevo diseño de la distribución y recorridos de las rutas.</p> | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>A.10. Mantener al usuario informado de los itinerarios de las rutas, poniendo dentro de cada unidad su recorrido y horario.</p> | | | |
| <p>A.11. Establecer mecanismos de financiamiento federal para la movilidad urbana.</p> | <p>Concesionarios, Presupuesto Público y Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Registros de la Comisión Coordinadora de Transporte Público del Estado de Michoacán.</p> | <p>Se cuenta con el presupuesto necesario y con la aprobación de los involucrados para llevar a cabo las actividades.</p> |
| <p>A.12. Impulsar asociaciones público privadas para el mantenimiento y operación de los corredores y estaciones de transporte.</p> | | | |

Fuente. Elaboración propia con base en la Metodología de Marco Lógico

La movilidad ocupa un papel central en la sociedad, en tanto que permite la comunicación, la actividad económica e integra los espacios y las actividades; es una necesidad de todas las personas para poder acceder a los bienes y servicios básicos que hacen posible una vida digna. Al reconocerla como un derecho humano autónomo, genera compromisos y obligaciones del Estado, por lo que las políticas de movilidad bajo un enfoque de derechos humanos deben ir dirigidas a cumplir con estas obligaciones. Disponibilidad, accesibilidad y calidad como los componentes de derecho, engloba los contenidos e indicadores necesarios para este cumplimiento. Es imprescindible ajustar los criterios de evaluación de políticas a estas obligaciones públicas (ITDP, 2010).

Las implicaciones de estas obligaciones son clave en el planteamiento sobre qué modelo de transporte necesitamos. El cumplimiento conjunto de estos tres componentes garantizaría la equidad en el acceso, la eficiencia en la disponibilidad, la sustentabilidad y la calidad en la infraestructura y la operación (ITDP, 2010).

Las políticas públicas, para ser efectivas y estables en el tiempo, necesitan ser legítimas ante la ciudadanía y contar con su apoyo para darles factibilidad social. En este sentido, es primordial tomar en cuenta a los ciudadanos, pues éstos son expertos vivenciales, con intereses propios y reales. Su opinión debe ser incluida, tanto por apropiación como por sustentabilidad y por corresponsabilidad de las acciones contenidas en el plan. Esto sucederá si la ciudadanía se apropia del plan, lo cual se consigue únicamente si ésta participa en su elaboración en sus diferentes fases, desde el diagnóstico hasta la implementación y seguimiento. La participación

debe de ir más allá de las encuestas o consultas, que no constituyen una participación real (ITDP, 2010).

En el Plan de Desarrollo Nacional se ha establecido como objetivo para alcanzar un México Próspero, contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica. Para lo cual las líneas de acción para el transporte urbano masivo son:

- Mejorar la movilidad de las ciudades mediante sistemas de transporte urbano masivo, congruentes con el desarrollo urbano sustentable, aprovechando las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas.
- Fomentar el uso del transporte masivo mediante medidas complementarias de transporte peatonal, de utilización de bicicletas y racionalización del uso del automóvil.

Son varias las ciudades del país que han invertido en infraestructura y que cuentan ya con sistemas de transporte público eléctricos, como es el caso de la ciudad de México que cuenta con colectivo metro, tren ligero, trolebús y metrobús, estos sistemas permiten transportar un alto número de pasajeros.

Otras ciudades que también han innovado sus sistemas de transporte son las ciudades de Guadalajara y Monterrey.

La ciudad de Guadalajara también tiene sistemas eléctricos de transporte como el tren eléctrico urbano y trolebús, sistemas que circulan a lo largo de la ciudad para prestar un servicio accesible, seguro y rápido a los usuarios de este. De igual forma la ciudad de Monterrey cuenta con el sistema de transporte metrobús.

Estos sistemas de transporte público urbano podrían ser en un futuro una estrategia viable para implementar en la ciudad de Morelia. Son sistemas costosos pero necesarios para cumplir con la demanda de las personas y con ello poder prestar un servicio confiable y seguro para los usuarios.

Otro sistema de transporte público que se presta en muchas ciudades del mundo y que en 2015 comenzó a implementarse en algunas ciudades del país, es el sistema UBER (Uber Technologies Inc.) empresa internacional que proporciona a sus clientes una red de transporte, a través de su software de aplicación móvil que conecta los pasajeros con los conductores de vehículos registrados en su servicio, los cuales ofrecen un servicio de transporte.

UBER presta un servicio personalizado con sus clientes, este sistema fácilmente podría implementarse en la ciudad de Morelia, si bien comparándolo con el colectivo urbano es un poco más costoso, garantiza a sus clientes tener un viaje cómodo, seguro y rápido y con la comodidad de esperar el servicio en la puerta del hogar. Actualmente UBER opera en la Ciudad de México, Guadalajara, Tijuana, Monterrey, Puebla, Querétaro, León y Toluca.

Las políticas públicas deben ir dirigidas a tener un transporte público sustentable. Sin embargo una vez realizado el trabajo de campo y después de los resultados obtenidos en la presente investigación, se fija que las políticas públicas deben ir dirigidas a mejorar los niveles de eficiencia ya que la ciudad cuenta con niveles muy bajos de eficiencia, al contar solo con 10 rutas eficientes de las 46 que se tienen en la ciudad, es por ello que es importante que la autoridad establezca con los concesionarios reglas de operación que les permitan llevar un mayor control del sistema de transporte y que de igual forma permitan al usuario tener una mayor información del servicio.

El análisis realizado fue de gran utilidad en la construcción de la política pública, ya que con este estudio fue posible conocer que rutas son ineficientes e identificar que se está haciendo mal y que se puede hacer para lograr convertir las rutas ineficientes en eficientes, y con ello poder prestar a la población un servicio de calidad en el cual puedan desplazarse de la mejor manera posible a sus actividades diarias.

CONCLUSIONES

La metodología DEA es una técnica que se considera de las más adecuadas y completas para medir la eficiencia en diferentes sectores económicos. Para esta investigación se realizó una revisión literaria que fue de suma importancia para analizar aquellos estudios que han utilizado este método para medir la eficiencia en el transporte público y así poder analizar las variables utilizadas. Dichas investigaciones fueron aplicadas en otros países.

En el caso de la ciudad de Morelia, Michoacán no se encontró estudio alguno que mida la eficiencia en el transporte público en ninguna de sus modalidades. Por tal motivo nació el interés por centrar la investigación al transporte público en especial a la modalidad de colectivo urbano ya que es el más utilizado entre los habitantes, al contar la ciudad con un alto número de unidades.

Durante el desarrollo de la tesis se presentaron muchas dificultades, una de ellas fue que la información que poseen las autoridades competentes de regular el servicio en el Estado es muy limitada, no se cuenta con bases de datos actualizadas de dicho servicio. Es por ello que la información se obtuvo de los operadores del servicio de cada una de las rutas que circulan en la ciudad.

Las variables utilizadas en la investigación fueron: número de unidades, horas de servicio, frecuencia de servicio, viajes y kilómetros. Durante el desarrollo de la investigación también se tuvieron que descartar algunas variables que pudieron ser

de **utilidad**^[o.12] para la medición que se realizó, pero por falta de información no fue posible incorporarlas al estudio, entre las que se encuentran: el número de accidentes viales, la contaminación que emiten las unidades, el consumo de combustible, los pasajeros transportados y la edad de la flota.

Para llevar a cabo este estudio se tuvo que diseñar una base de datos, para lo cual fue necesario, en primera instancia acudir a la Comisión Coordinadora del Transporte Público (COCOTRA) ente regulador del servicio de colectivos urbanos y de las demás modalidades de transporte que se tienen en el Estado de Michoacán, lamentablemente no se pudo obtener la información requerida por lo que fue necesario buscar información en diferentes fuentes, desde fuentes electrónicas hasta entrevistas personales con los operadores del servicio.

Una vez obtenida la información se procedió a analizar el nivel de eficiencia técnica pura, eficiencia técnica global y eficiencia de escala en el transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015.

Se calculó la eficiencia técnica con rendimientos constantes y eficiencia técnica con rendimientos variables, así como también el cálculo de la eficiencia de **escala, todos**^[o.13] los modelos con orientación output. Para el cálculo se utilizaron como DMUs las 46 rutas de colectivo urbano de la ciudad, como inputs se establecieron las unidades, las horas y la frecuencia y como outputs los viajes y los kilómetros.

Se llevó a cabo el análisis benchmarking y análisis slacks. El primero se realizó para conocer que ruta es la más eficiente que sirvió de referencia para las rutas ineficientes. Y el segundo se hizo para saber en qué dirección reducir los inputs y en qué cantidades, del mismo modo los outputs en qué medida aumentarlos y en qué cantidades para convertir las DMUs ineficientes en eficientes.

Los resultados obtenidos en el cálculo de la eficiencia técnica con rendimientos constantes arrojaron que un gran número de rutas es ineficiente ya que solo cinco fueron eficientes las cuales son: Café 1-A, Gris 1, Gris 2, Gris 4 y Verde 3. El promedio de eficiencia en este modelo es de 0.707702. Las rutas con menor nivel de eficiencia fueron las rutas Crema 2, Naranja 3 Galaxia, Crema 1, Verde 4, Roja 4-M, esta ineficiencia se debe a que realizaron un bajo número de viajes y que tienen un recorrido muy pequeño por lo cual no cumplen con la demanda de los usuarios.

De acuerdo al análisis efectuado en la correlación de Pearson y a los resultados obtenidos se aprueba la hipótesis general ya que el número de unidades, las horas de servicio y la frecuencia del servicio fueron factores que influyeron en el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015. La correlación de Pearson arrojó que las unidades tienen una correlación media pero significativa a un nivel de 0.01 y 0.05, las horas de servicio a pesar de tener una correlación baja con los outputs, si mantienen una correlación media y significativa con los inputs, en cuanto a la frecuencia se tiene una correlación media pero significativa con uno de los outputs y con los inputs.

El análisis benchmarking CRS arrojó que la ruta que se toma más de referencia fue la Café 1-A, de ahí le siguieron la Gris 3, Gris 2, Gris 4 y Verde 3 respectivamente.

El análisis slacks CRS nos ayuda a identificar cuáles son las rutas que tienen exceso en sus inputs o cuáles tienen una disminución en sus outputs, con esto se puede analizar cuál es el input que más afecta los niveles de eficiencia del servicio. De este análisis se desprende con respecto a los inputs que las rutas Café 2, Café 2-B, Crema 1, Gris 3, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Roja 2, Roja 2 Oken, Roja 3, Roja 3-B, Roja 4-M y Rosa 2 tienen un exceso de unidades. En las rutas Amarilla 2, Coral 1, Crema 2, Crema 2-A, Gris 3, Morada 1, Morada 2, Naranja 1, Naranja 2, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Roja 1, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4, Roja 4-M, Rosa 1, Rosa 3, Verde 4 y Verde 4-B presentan un exceso de tiempo el cual deben reducir para alcanzar el nivel óptimo. En cuanto a la frecuencia, las rutas Azul C, Café 2-B, Coral 2, Crema 2, Crema 2-A, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Verde 1, Verde 2, Verde 4 y Verde 4-B deben disminuir el tiempo que tarda en salir una unidad de otra para lograr tener un mayor número de viajes y poder atender a un mayor número de usuarios.

Con los resultados obtenidos en el análisis slacks se concluye que si se cumple la hipótesis específica la cual dice que las horas de servicio fue la variable que más afectó el nivel de eficiencia del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015, esto debido a que un total de 22 rutas presentan un exceso en este input, a diferencia del número de unidades y la frecuencia del servicio en donde son alrededor de 11 rutas las que presentan un exceso en estos

inputs. Este análisis nos ayuda a identificar en donde se debe prestar principal atención para lograr el nivel óptimo del servicio.

En el caso de los outputs, las rutas Amarilla 2, Azul C, Crema 2, Crema 2-A, Gris 3, Rosa 2-B, Rosa 3, Verde 1, Verde 2, Verde 4 y Verde 4-B deben incrementar sus viajes en diferentes proporciones y las rutas Amarilla 1 y Naranja 1 deben aumentar sus kilómetros recorridos para alcanzar su nivel óptimo.

En el cálculo de la eficiencia técnica con rendimientos variables se duplico el número de unidades eficientes, en promedio la eficiencia fue de 0.761245. Se mantuvieron las mismas rutas eficientes que en el modelo DEA CRS y se sumaron las rutas Coral 2-A, Guinda 1, Guinda 2, Oro Verde y Verde 2. En cuanto a las rutas ineficientes se mantuvieron las mismas que en el modelo anterior.

En el análisis benchmarking VRS se mantuvieron las mismas rutas de referencia del modelo CRS. Siendo la Café 1-A de mayor referencia para las rutas ineficientes.

El análisis slacks VRS arrojó con respecto a los inputs que las rutas Amarilla 1, Café 2, Café 2-B, Coral 2, Crema 1, Gris 3, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Roja 2, Roja 2 Oken y Rosa 2 pueden operar con un número menor de unidades por lo que es recomendable reducirlas. Las rutas Amarilla 2, Coral 1, Crema 2, Crema 2-A, Gris 3, Morada 1, Morada 2, Naranja 1, Naranja 2, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Roja 1, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4, Roja 4-M, Rosa 1, Rosa 3, Verde 4 y Verde 4-B sus horas de servicio se consideran buenas ya que el

calculó arrojo una disminución muy mínima. En el caso de la frecuencia, las rutas Coral 2, Crema 2, Crema 2-A, Naranja 3 Erandeni, Naranja 3 Galaxia, Negra, Roja 3, Roja 3-A, Roja 3-B, Roja 4-M, Verde 1, Verde 4 y Verde 4-B para lograr un mayor número de viajes por unidad, estas rutas deben considerar tener sus salidas más frecuentes en un tiempo menor.

En cuanto a los outputs, las rutas Azul C, Café1, Café 2-B, Gris 3, Rosa 2-B, Rosa 3 y Verde 1 es mínimo el aumento que deben tener en sus viajes y las rutas Amarilla 1 y Naranja 1 deben aumentar sus kilómetros recorridos para lograr ser eficientes.

En lo que respecta a la eficiencia de escala aumento la eficiencia promedio comparada con los modelos DEA CRS y DEA VRS ya que paso de 0.707702 y 0.761245 respectivamente a 0.937138. Los resultados arrojaron que las rutas Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3 son eficientes. Continúan como eficientes las mismas rutas de los modelos anteriores y se sumó la ruta Gris 3 que en el modelo con rendimientos variables apareció con un puntaje de 0.998631 muy cercano a 1.

En la eficiencia de escala se obtuvieron rendimientos constantes, crecientes y decrecientes. Las rutas que resultaron con rendimientos constantes fueron las rutas Gris 1, Gris 2, Gris 4, Verde 3, Café 1-A, Verde 1, Verde 2, Rosa 2-B, Rosa 3, Guinda 1, Gris 3, es decir, en la mismo proporción en la que aumentan los outputs (viajes y kilómetros) se da el aumento de los inputs (unidades, horas y frecuencia del servicio)^[o.14]. Con rendimientos crecientes se encuentran las rutas Azul C, Café 1,

Amarilla 2, Coral 2, Naranja 1, Café 2, Morada 1, Naranja 2, Roja 2 Oken, Rosa 1, Coral 1, Roja 2, Naranja 3 Erandeni, Crema 2, Naranja 3 Galaxia, Crema 1, Verde 4 y Roja 4-M, en este caso el incremento de los outputs es mayor que el de los inputs. Por ultimo con rendimientos decrecientes están las rutas Oro Verde, Roja 1, Morada 2, Roja 3-A, Guinda 2, Azul A, Café 2-B, Rosa 2, Crema 2-A, Amarilla 1, Azul B, Roja 3-B, Roja 3, Coral 2-A, Negra, Roja 4 y Verde 4-B, en estas rutas el incremento de los outputs es menor que el de los inputs.

Con estos resultados se puede observar que se cumple la hipótesis específica que señala que la mayor parte de las unidades del servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015 operan bajo **rendimientos crecientes**^[0.15], este tipo de rendimientos se da porque el aumento porcentual de los outputs (viajes y kilómetros) es mayor que el incremento porcentual de los inputs (unidades, horas y frecuencia del servicio).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la medición de la eficiencia técnica pura y eficiencia de escala, se aprueba la hipótesis específica en la cual la eficiencia de escala fue la que más incidió en la eficiencia técnica global en el servicio de transporte público de la ciudad de Morelia, Michoacán en el año 2015, al tener la eficiencia de escala un promedio global de eficiencia de 0.937138 y la eficiencia técnica pura un promedio de 0.761245.

De las 46 rutas que se tienen, las rutas que obtuvieron eficiencia técnica pura, eficiencia técnica global y eficiencia de escala fueron la Café 1-A, Gris 1, Gris 2, Gris 4 y Verde 3. Por lo que hay un alto número de rutas ineficientes.

Con este análisis se puede concluir que el servicio de transporte en la ciudad es ineficiente en su mayoría aplicando los tres modelos.

En la ciudad de Morelia gran porcentaje de la población se desplaza en unidades de colectivo urbano, por lo que es preocupante darse cuenta que el servicio es ineficiente y que las unidades no están optimizando de forma adecuada sus recursos.

En el Estado de Michoacán no se cuenta con políticas públicas para el transporte, es un servicio que se encuentra organizado por los concesionarios y no por la autoridad competente. Por un lado los concesionarios se reúsan tajantemente a realizar cambios en los servicios que prestan y por el otro el gobierno no ha invertido en infraestructura vial que permita tener mejores condiciones viales para desempeñar un servicio adecuado para la sociedad. Es por ello que se da una propuesta para mejorar dicho servicio, y poder lograr que los usuarios puedan acceder a un servicio de calidad.

FUENTES CONSULTADAS

LIBROS

Aguilar, L. (1996). Estudio introductorio. *El estudio de las políticas públicas*, Miguel Ángel Porrua, México.

Cabrero, M. (2000). *Usos y costumbres en la hechura de las políticas públicas en México. Límites de las policy sciences en contextos cultural y políticamente diferentes*, en gestión y política pública, IX, núm. 002.

Coll, V., y Blasco, O. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. Valencia: Juan Carlos Martínez Coll. Universidad de Valencia.

Comisión de las Comunidades Europeas (2007). *Libro verde del transporte*. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana. Bruselas.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1994). *El desarrollo del transporte público urbano en América Latina y el mundo*. Santiago de Chile.

Delfín, O. y Navarra, J.C. (2014). *La eficiencia de los puertos en México*. Morelia, ININEE-UMSNH.

Dirección General de Movilidad y Transporte (2011). *Libro blanco del transporte*. Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: Una política de transportes competitiva y sostenible. Luxemburgo.

Islas, V. M. (1991). *Efectos de la subvención, la regulación y las formas de propiedad del transporte colectivo urbano sobre su eficiencia y calidad: el*

caso de Ciudad de México. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Lahera, E. (2002). *Introducción a las políticas públicas*. Fondo de cultura económica.

Lahura, E. (2003). *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas* (Vol. 218). Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía.

Lasswell, H. (1996). La concepción emergente de las ciencias políticas y la orientación hacia las políticas, en Luis Aguilar (ed.), *El estudio de las políticas públicas*, Miguel Ángel Porrúa, México. Pp. 79-117.

Lindblom, C. (1994). La ciencia del salir del paso, en Luis Aguilar Villanueva. *La hechura de las políticas*, Miguel Ángel Porrúa, México. Pp. 201-255.

López, G. (1991) *Urbanización y desarrollo en Michoacán*. Zamora, Michoacán. El colegio de Michoacán.

Miralles, C. y Frontera, A. C. (2003). *Movilidad y transporte: opciones políticas para la ciudad*. Fundación Alternativas.

Molinero, M. y Sánchez, A. (1998). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración* (3a edición) México, D.F.

Navarro, J. C. (2005) *La eficiencia del sector eléctrico en México*. Morelia, ININEE-UMSNH.

Ortegón E., Pacheco J. F. y Prieto A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*.

Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.
Santiago de Chile.

Roth, A. N. (2002). *Políticas públicas. Formulación, implementación y evaluación*.
Primera Edición. Bogotá, D.C.

Thoening, J. y Meny, I. (1992). *Las políticas públicas*. Ariel, Barcelona.

Torres, Z. y Navarra, J.C. (2007) *Conceptos y principios fundamentales de
Epistemología y Metodología*. Morelia, ININEE-UMSNH.

Zorrilla, S. (1988). *Introducción a la metodología de la investigación*. Mazatlán,
México. Sexta edición.

ARTÍCULOS

Arango, M., Martínez, J. y Martínez, A. (2012). Las TIC en el transporte público
Urbano y su impacto en la reducción de la marginación en las colonias: Los
Ángeles y Nazareno del Municipio de Xoxocotlán, Oaxaca.

Arieu, A. (2004). Eficiencia técnica comparada en elevadores de granos de
Argentina, bajo una aplicación de análisis de envolvente de datos. La
situación del puerto de Bahía Blanca. *Universidad Tecnológica Nacional*.
Consortio de gestión del Puerto de Bahía Blanca.

Arnold, M. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de
sistemas. Cinta de Moebio. *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*.

- Arzubi, A. y Berbel, J. (2002). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Investigaciones Agrárias: Producción y Sanidad Animales*, 103-123.
- Banker, R., Charnes, A. y Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 1078-1092.
- Becerril, O., Licea, G. y Hernández, J. (2011). Eficiencia técnica del sector agropecuario de México: Una perspectiva de análisis envolvente de datos. *Economía*, 85-110.
- Bernaola, G., Giraudó, M., y Martínez, H. (2011). Análisis por envoltura de datos para determinar eficiencias en una empresa constructora de resistencia-chaco. *Ciencias básicas en ingeniería*.
- Boame, A. K. (2004). The technical efficiency of Canadian urban transit systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 401-416.
- Bogetoft, P. y Hougaard, J. L. (1999). Efficiency evaluations based on potential (non-proportional) improvements. *Journal of Productivity Analysis*, 233-247.
- Bonilla, M., Casasús, T., Medal, A., y Sala, R. (1998). Un Análisis de la Eficiencia de los Puertos Españoles. VI Jornada de ASEPUMA, *Universidad de Valencia, Departamento de Economía Financiera y Matemática*: Santiago de Compostela.
- Burbano, V. J. (2013). Lógicas colectivas en el servicio público de transporte de pasajeros en Bogotá. Colombia, *Universitas Psychologica*, 1051-1061.

- Cachanosky, I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. Procesos de Mercado: *Revista Europea de Economía Política*.
- Chalos, P. y Cherian, J. (1995). An application of data envelopment analysis to public sector performance measurement and accountability. *Journal of Accounting and Public Policy*, 143-160.
- Chang, K. P., y Kao, P. H. (1992). The relative efficiency of public versus private municipal bus firms: an application of data envelopment analysis. *Journal of Productivity analysis*, 67-84.
- Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1978). Measurement the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Cowie, J., y Asenova, D. (1999). Organisation form, scale effects and efficiency in the British bus industry. *Transportation*, 231-248.
- Cuenca, A. (1994). Eficiencia técnica en los servicios de protección contra incendios. *Revista de Economía Aplicada*, 87-109.
- Díaz, P., y Fernández, P. (2002). Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. *Unidad Epidemiol. Clínica y Bioestad*, 1-6.
- Dios, R. (2004). El análisis de eficiencia en el sector público mediante métodos de frontera auditoria y gestión de los fondos públicos. *Revista de los Órganos Autónomos de Control Externo*, 39-48.
- Duarte, E. (2011). El Transporte público colectivo en Bogotá, D.C.: Una mirada desde la dinámica de sistemas. *Ingeniería*, Vol. 16, No. 2, pag. 18-34.

- Dueñas, D. R. y Jaimes, H. M. (2008). Métodos para determinar la calidad del servicio de transporte urbano en autobús. Colombia, *Revista UIS Ingenierías*.
- Duque, G. (2007). Introducción a la economía del transporte. *Universidad Nacional de Colombia*.
- España, P. E. (1991). Análisis del Mercado de servicios de transporte público en España: costes, demanda, precios y nivel de calidad. *Investigaciones Económicas (Segunda época)*, 229-247.
- Estupiñan, N. (2011). Impactos en el uso del suelo por inversiones de transporte público masivo. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 34-43.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 253-290.
- Fidalgo, E. G., Pinilla, A. A., y Sampedro, C. A. (1996). Análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras. *Investigación Agraria. Economía*, 173-190.
- Figuroa, O. y Carrión, F. (2001). Políticas de desarrollo y políticas de transporte urbano. Coherencias y contradicciones. La ciudad construida. *Urbanismos en América Latina*. Quito: FLACSO.
- García, I. M. (2009). Technical and scale efficiency in Spanish urban transport: estimating with data envelopment analysis. *Advances in operations research, 2009*.
- García, J., Serrano, V. y Roa, A. (2003). Competitividad y eficiencia. *Estudios de Economía Aplicada*, 423-450.

- Gómez S. H. (2007). Londres y el transporte público en caracas. *Debates IESA*.
- Gómez, A. (2005). La olla a presión del transporte público en Bogotá. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 54-65.
- Güemes, D. (2004). Análisis de la Envolvente de Datos. Usos y Aplicaciones. *ITESM*, Monterrey.
- Gutiérrez, A. (2005). Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del 90. *XIII CLATPU*, Lima. Tema III, capítulo, 12.
- Hernández, J., Jara, S. y Budría, E. (2001). Una descomposición exacta de la ineficiencia técnica y asignativa usando una especificación cuadrática. *Documento de trabajo*. Chile.
- Holvad, T., Hougaard, J. L., Kronborg, D., y Kvist, H. K. (2004). Measuring inefficiency in the Norwegian bus industry using multi-directional efficiency analysis. *Transportation*, 349-369.
- Hormazábal, R. (2003). Fronteras de Eficiencia, Metodología para la determinación del Valor Agregado de Distribución, *Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- Jorda, P. (2012). Metodología de evaluación de la eficiencia de los servicios de autobús urbano: Aplicación a las grandes ciudades españolas en el periodo 2004-2009. *Departamento de Ingeniería Civil: Transportes*.
- Karlaftis, M. G. (2004). A DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems. *European Journal of Operational Research*, 354-364.

- Koopmans, T. (1951). Efficient allocation of resources. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 455-465.
- Margari, B. B., Erbetta, F., Petraglia, C., y Piacenza, M. (2007). Regulatory and environmental effects on public transit efficiency: a mixed DEA-SFA approach. *Journal of Regulatory Economics*, 131-151.
- Moller, R. (2011). Una propuesta de mejoramiento del transporte público colectivo en Santiago de Cali.
- Monsalve, H. y Ruiz, D. (2009). Modelación de preferencias declaradas para la obtención de indicadores de la calidad del servicio del transporte público colectivo urbano. Colombia, *Revista UIS Ingenierías*.
- Murillo, L. (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic surveys*, 33-77.
- Navarro C. y Cruces R. (2014) Diseño de un modelo escalonado de calidad para empresas de transporte urbano de pasajeros. *Revista Ingeniería Industrial*.
- Navas, A. (2008). Políticas de transporte público urbano: Lecciones desde la experiencia de Transantiago. *Papel Político*. Estudio Bogotá, Colombia, 159-189.
- Odeck, J., y Alkadi, A. (2001). Evaluating efficiency in the Norwegian bus industry using data envelopment analysis. *Transportation*, 211-232.
- Pina, V., y Torres, L. (2001). Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 929-944.

- Rojas, F. y Mello, C. (2005). El transporte público colectivo en Curitiba y Bogotá. Brazil, *Revista UIS Ingenierías*.
- Romeu, A. I. (2011). Eficiencia técnica. Su medición. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas. Santa Clara. Facultad de Ciencias Económicas. *Departamento de Economía*.
- Sancho, J. (2003). La evaluación de la eficiencia en las Universidades Públicas Españolas. *X Jornada Asociación de Economía de la Educación*.
- Santos, Y. F., y López, R. F. (2006). Aplicación del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincia españolas. *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión*.
- Torrice, A., Pérez, F., Galache, T., Molina, J., Gómez, T., y Caballero, R. (2007). Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una universidad. *Revista electrónica de comunicaciones y trabajos de la Asociación Española de profesores universitarios de matemáticas para economía y la empresa, (ASEPUMA)*, 163-195.
- UNAM (2011). Evaluación del diseño e instrumentación de la política de transporte público colectivo de pasajeros en el Distrito Federal. *Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal*. Gobierno del Distrito Federal.
- Viton, P. A. (1998). Changes in multi-mode bus transit efficiency, 1988–1992. *Transportation*, 1-21.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS

Comisión Coordinadora del Transporte Público del Estado de Michoacán (COCOTRA), 2015. (<http://www.cocotra.michoacan.gob.mx/>).

El Rutero (<http://elrutero.com/paginas/categoria/index.php?nClaveCategoria=SERV&rutas=eylwljoiQ1lyQSIsIjEiOiJDUKUyIwiMil6IkNSRU0iLCIzIjoiR1VJMiJ9&zoom=14&latlng=19.701749,-101.198602>).

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, (2010). Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana. <http://mexico.itdp.org/areas/politicas-publicas/>.

Ley Federal de Comunicaciones y Transporte del Estado de Michoacán, (2014). (http://transparencia.congresomich.gob.mx/media/documentos/trabajo_legislativo/Ley_de_Comunicaciones_y_Transportes_del_Estado_de_Michoac%C3%A1n.pdf).

Martínez, L. E. y Valle, J. N. (2011) "Transporte Público: Una mirada desde la Ciencia Política". *Publicado en la Plataforma de información para políticas públicas de la Universidad Nacional de Cuyo*. URL del artículo (<http://www.politicaspUBLICAS.uncu.edu.ar/articulos/index/transporte-publico-una-mirada-desde-la-ciencia-politica>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. *Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo*. Publicado el día Miércoles 8 de diciembre del 2004. Tercera Sección. Tomo CXXXV. Número 3. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo. Publicado el día Miércoles 15 de Noviembre del 2006. Segunda Sección. Tomo CXL. Número 8.
(<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo. Publicado el día Lunes 8 de Enero del 2007. Segunda Sección. Tomo CXL. Número 48.
(<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo. Publicado el día Jueves 18 de Diciembre del 2008. Quinta Sección. Tomo CXLV. Número 43.
(<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo. Publicado el día Miércoles 23 de Diciembre del 2009. Cuarta Sección. Tomo CXLVIII. Número 7.
(<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo.
Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del

Estado de Michoacán de Ocampo. Publicado el día Martes 28 de Diciembre del 2010. Décima Primera Sección. Tomo CL. Número 71. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. *Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo*. Publicado el día Lunes 26 de Diciembre del 2011. Segunda Sección. Tomo CLII. Número 30. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. *Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo*. Publicado el día Viernes 28 de Diciembre del 2012. Tercera Sección. Tomo CLV. Número 94. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. *Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo*. Publicado el día Viernes 27 de Diciembre del 2013. Décima Segunda Sección. Tomo CLVIII. Número 54. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. *Dictamen de oferta y demanda del servicio de transporte público en las modalidades contenidas en la ley de comunicaciones y transportes del Estado de Michoacán de Ocampo*. Publicado el día Lunes 29 de Diciembre del 2014. Vigésima Séptima Sección. Tomo CLXI. Número 8. (<http://www.periodicooficial.michoacan.gob.mx/periodico-oficial/>).

Universidad de Córdoba, (2000). Temas avanzados de teorías de la producción.
(www.uco.es/organiza/departamentos/prod.../14_08_00_tema5.pdf).

Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018). <http://pnd.gob.mx/>.

Uber Technologies Inc. <https://www.uber.com/>

ANEXOS

*Anexo 1. Dictamen de Oferta y Demanda del Servicio de Transporte Público en las Modalidades
Contenidas en la Ley de Comunicaciones y Transportes del Estado de Michoacán de Ocampo,
2015.*

| Municipio | Población | Auto de Alquiler | Urbano | Urbano y Suburbano | Suburbano | Colectivo Urbano | Colectivo Suburbano | Colectivo Urbano y Suburbano | Colectivo Foráneo | Foráneo de Primera Clase | Foráneo de Segunda Clase | Mixto | Total | Total Hab/Unidad |
|-----------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Acuitzio | 11,423 | 7 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 0 | 27 | 0 | 3 | 0 | 47 | 243 |
| Aguililla | 16,169 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 10 | 1617 |
| Álvaro Obregón | 21,963 | 55 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 20 | 0 | 5 | 1 | 89 | 247 |
| Angamacutiro | 15,847 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 14 | 1 | 61 | 260 |
| Angangueo | 11,104 | 61 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 6 | 0 | 76 | 146 |
| Apatzingán | 128,231 | 1,493 | 89 | 25 | 1 | 46 | 0 | 1 | 16 | 17 | 73 | 27 | 1,788 | 72 |
| Aporo | 3,495 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 6 | 0 | 22 | 159 |
| Aquila | 24,542 | 50 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 59 | 416 |
| Ario | 36,345 | 78 | 0 | 1 | 0 | 27 | 0 | 0 | 32 | 0 | 16 | 2 | 156 | 233 |
| Arteaga | 22,074 | 44 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 2 | 5 | 3 | 14 | 85 | 260 |
| Briseñas | 11,129 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 12 | 927 |
| Buenavista | 44,281 | 97 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 4 | 110 | 403 |
| Carácuaro | 9,092 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 18 | 48 | 189 |
| Charapan | 12,930 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 9 | 3 | 76 | 170 |
| Charo | 22,764 | 115 | 0 | 0 | 11 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 148 | 154 |
| Chavinda | 10,116 | 22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 | 3 | 34 | 298 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|-----|----|---|---|-----|----|---|----|---|----|----|------------|------------|
| <i>Cherán</i> | 19,376 | 30 | 0 | 0 | 1 | 16 | 18 | 0 | 29 | 0 | 0 | 1 | 95 | 204 |
| <i>Chilchota</i> | 39,670 | 219 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 | 235 | 169 |
| <i>Chinicuila</i> | 5,244 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 749 |
| <i>Chucándiro</i> | 5,050 | 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 7 | 1 | 24 | 210 |
| <i>Churintzio</i> | 5,555 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 4 | 1 | 26 | 214 |
| <i>Churumuco</i> | 14,642 | 17 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 20 | 0 | 1 | 60 | 99 | 148 |
| <i>Coahuayana</i> | 15,314 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 10 | 1 | 88 | 174 |
| <i>Coalcomán</i> | 17,445 | 21 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 4 | 16 | 1 | 50 | 349 |
| <i>Coeneo</i> | 21,047 | 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 3 | 0 | 10 | 1 | 50 | 421 |
| <i>Cojumatlán</i> | 10,247 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 23 | 446 |
| <i>Contepec</i> | 34,084 | 162 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 8 | 0 | 214 | 159 |
| <i>Copándaro</i> | 9,390 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 9 | 0 | 18 | 522 |
| <i>Cotija</i> | 20,386 | 48 | 1 | 8 | 0 | 9 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | 0 | 82 | 249 |
| <i>Cuitzeo</i> | 29,259 | 39 | 0 | 1 | 0 | 7 | 1 | 0 | 31 | 0 | 8 | 2 | 89 | 329 |
| <i>Ecuandureo</i> | 13,098 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 4 | 45 | 291 |
| <i>Epitacio Huerta</i> | 16,399 | 110 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 112 | 146 |
| <i>Erongarícuaro</i> | 15,286 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 4 | 1 | 48 | 318 |
| <i>Gabriel Zamora</i> | 22,109 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 11 | 10 | 95 | 233 |
| <i>Hidalgo</i> | 121,843 | 265 | 23 | 5 | 1 | 178 | 0 | 0 | 77 | 0 | 78 | 16 | 643 | 189 |
| <i>Huandacareo</i> | 11,922 | 23 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 30 | 0 | 5 | 0 | 69 | 173 |
| <i>Huaniqueo</i> | 8,146 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 0 | 13 | 627 |
| <i>Huetamo</i> | 42,253 | 180 | 2 | 0 | 0 | 24 | 1 | 0 | 24 | 1 | 36 | 67 | 335 | 126 |
| <i>Huiramba</i> | 8,210 | 27 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 38 | 216 |
| <i>Indaparapeo</i> | 17,132 | 23 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7 | 0 | 8 | 0 | 6 | 7 | 59 | 290 |
| <i>Irimbo</i> | 16,590 | 29 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 5 | 1 | 54 | 307 |
| <i>Ixtlán</i> | 13,934 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 29 | 480 |
| <i>Jacona</i> | 66,062 | 99 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 104 | 635 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------|-------|-----|----|----|-------|-----|----|-----|----|-----|----|---------------|------------|
| <i>Jiménez</i> | 13,442 | 17 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 | 32 | 420 |
| <i>Jiquilpan</i> | 35,641 | 96 | 4 | 1 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 155 | 230 |
| <i>José Sixto Verduzco</i> | 26,474 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 11 | 0 | 62 | 427 |
| <i>Juárez</i> | 14,324 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 8 | 108 | 133 |
| <i>Jungapeo</i> | 20,547 | 81 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 15 | 0 | 3 | 6 | 107 | 192 |
| <i>La Huacana</i> | 33,207 | 160 | 0 | 1 | 0 | 15 | 0 | 0 | 7 | 0 | 4 | 48 | 235 | 141 |
| <i>Lagunillas</i> | 5,829 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 24 | 243 |
| <i>La Piedad</i> | 104,519 | 491 | 73 | 69 | 25 | 50 | 0 | 0 | 0 | 4 | 104 | 9 | 825 | 127 |
| <i>Lázaro Cárdenas</i> | 188,209 | 1,463 | 19 | 95 | 1 | 321 | 119 | 14 | 177 | 7 | 18 | 1 | 2,235 | 84 |
| <i>Los Reyes</i> | 70,562 | 102 | 6 | 9 | 6 | 32 | 0 | 0 | 23 | 1 | 44 | 2 | 225 | 314 |
| <i>Madero</i> | 18,157 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 4 | 1 | 51 | 356 |
| <i>Maravatío</i> | 85,593 | 164 | 2 | 0 | 1 | 271 | 3 | 0 | 209 | 4 | 28 | 24 | 706 | 121 |
| <i>Marcos Castellanos</i> | 14,120 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 23 | 614 |
| <i>Morelia</i> | 762,431 | 9,361 | 529 | 93 | 96 | 2,045 | 3 | 0 | 28 | 41 | 291 | 1 | 12,488 | 61 |
| <i>Morelos</i> | 7,943 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 5 | 1 | 34 | 234 |
| <i>Múgica</i> | 47,412 | 745 | 9 | 22 | 0 | 24 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 33 | 839 | 57 |
| <i>Nahuatzen</i> | 28,234 | 75 | 0 | 1 | 1 | 11 | 0 | 0 | 97 | 0 | 5 | 7 | 197 | 143 |
| <i>Nocupétaro</i> | 7,832 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 19 | 47 | 167 |
| <i>Nuevo Parangaricutiro</i> | 20,324 | 55 | 4 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 6 | 76 | 267 |
| <i>Nuevo Urecho</i> | 8,505 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 1 | 3 | 26 | 327 |
| <i>Numarán</i> | 9,768 | 18 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 26 | 376 |
| <i>Ocampo</i> | 23,373 | 105 | 0 | 2 | 3 | 1 | 10 | 1 | 18 | 0 | 3 | 0 | 143 | 163 |
| <i>Pajacuarán</i> | 19,877 | 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 24 | 828 |
| <i>Panindícuaro</i> | 16,227 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 9 | 1 | 43 | 377 |
| <i>Paracho</i> | 36,387 | 124 | 0 | 1 | 0 | 33 | 1 | 0 | 29 | 0 | 14 | 17 | 219 | 166 |
| <i>Parácuaro</i> | 26,490 | 120 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 16 | 143 | 185 |
| <i>Pátzcuaro</i> | 92,174 | 744 | 43 | 38 | 1 | 244 | 31 | 0 | 121 | 0 | 49 | 31 | 1,302 | 71 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-----|---|----|---|-----|---|---|----|---|----|----|------------|-------------|
| Penjamillo | 17,561 | 40 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 12 | 1 | 60 | 293 |
| Peribán | 27,478 | 25 | 0 | 4 | 0 | 11 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 42 | 654 |
| Purépero | 15,381 | 62 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 74 | 208 |
| Puruándiro | 69,534 | 125 | 7 | 4 | 4 | 38 | 1 | 0 | 11 | 0 | 56 | 1 | 247 | 282 |
| Queréndaro | 14,069 | 24 | 0 | 2 | 0 | 15 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 9 | 54 | 261 |
| Quiroga | 26,855 | 65 | 0 | 3 | 0 | 11 | 6 | 0 | 24 | 0 | 4 | 4 | 117 | 230 |
| Sahuayo | 78,555 | 284 | 4 | 13 | 2 | 152 | 1 | 0 | 2 | 2 | 67 | 6 | 533 | 147 |
| Salvador Escalante | 48,691 | 111 | 1 | 0 | 0 | 22 | 1 | 0 | 16 | 0 | 4 | 6 | 161 | 302 |
| San Lucas | 19,070 | 88 | 1 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 26 | 0 | 20 | 27 | 169 | 113 |
| Santa Ana Maya | 13,013 | 28 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 9 | 0 | 42 | 310 |
| Senguio | 19,629 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 2 | 7 | 61 | 322 |
| Susupuato | 9,170 | 41 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 7 | 57 | 161 |
| Tacámbaro | 75,120 | 327 | 1 | 6 | 3 | 30 | 0 | 0 | 87 | 1 | 10 | 15 | 480 | 157 |
| Tancítaro | 30,936 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0 | 18 | 1719 |
| Tangamandapio | 29,684 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 1 | 4 | 57 | 521 |
| Tangancicuaro | 33,928 | 106 | 1 | 7 | 0 | 11 | 5 | 0 | 14 | 0 | 6 | 9 | 159 | 213 |
| Tanhuato | 15,428 | 20 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7 | 0 | 31 | 498 |
| Taretan | 14,170 | 69 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 16 | 0 | 11 | 6 | 108 | 131 |
| Tarímbaro | 94,579 | 328 | 0 | 6 | 2 | 7 | 0 | 0 | 36 | 0 | 15 | 0 | 394 | 240 |
| Tepalcatepec | 23,388 | 49 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 9 | 74 | 316 |
| Tingambato | 14,668 | 40 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 16 | 0 | 3 | 9 | 69 | 213 |
| Tingüindín | 14,017 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2002 |
| Tiquicheo | 14,456 | 50 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 22 | 80 | 181 |
| Tlalpujagua | 28,673 | 192 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 29 | 21 | 247 | 116 |
| Tlazazalca | 6,903 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 30 | 230 |
| Tocumbo | 12,273 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 14 | 877 |
| Tumbiscatio | 7,730 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 16 | 483 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|---------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|
| <i>Turicato</i> | 32,030 | 214 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 9 | 10 | 244 | 131 |
| <i>Tuxpan</i> | 26,861 | 72 | 0 | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 42 | 0 | 4 | 1 | 129 | 208 |
| <i>Tuzantla</i> | 16,672 | 45 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 18 | 70 | 238 |
| <i>Tzintzuntzan</i> | 14,329 | 53 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 53 | 0 | 3 | 9 | 122 | 117 |
| <i>Tzitzio</i> | 9,009 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 39 | 231 |
| <i>Uruapan</i> | 335,562 | 4,131 | 288 | 20 | 24 | 35 | 0 | 0 | 8 | 34 | 97 | 26 | 4,663 | 72 |
| <i>Venustiano Carranza</i> | 24,390 | 29 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 1 | 48 | 508 |
| <i>Villamar</i> | 17,667 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 8 | 0 | 78 | 227 |
| <i>Vista Hermosa</i> | 19,655 | 35 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 46 | 427 |
| <i>Yurécuaro</i> | 31,980 | 60 | 0 | 4 | 1 | 14 | 1 | 0 | 3 | 0 | 8 | 1 | 92 | 348 |
| <i>Zacapu</i> | 75,095 | 136 | 15 | 4 | 0 | 97 | 0 | 0 | 4 | 2 | 46 | 0 | 304 | 247 |
| <i>Zamora</i> | 194,329 | 788 | 66 | 156 | 12 | 93 | 1 | 1 | 11 | 6 | 71 | 9 | 1,214 | 160 |
| <i>Zináparo</i> | 3,249 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 24 | 135 |
| <i>Zinapécuaro</i> | 48,016 | 131 | 1 | 9 | 1 | 44 | 0 | 1 | 20 | 0 | 20 | 11 | 238 | 202 |
| <i>Ziracuaretiro</i> | 15,960 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 | 3 | 94 | 170 |
| <i>Zitácuaro</i> | 165,291 | 603 | 10 | 11 | 18 | 400 | 60 | 0 | 233 | 7 | 84 | 5 | 1,431 | 116 |
| Total estatal | 4,563,849 | 26,615 | 1,204 | 643 | 227 | 4,517 | 294 | 19 | 2,081 | 147 | 1,683 | 767 | 38,197 | 119 |

Fuente: Elaboración propia con base en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo, 2015.

Anexo 2. Base de Datos para el Cálculo de la Eficiencia Técnica

| | unidades | horas | frecuencia | viajes | Veh.km |
|------------|-----------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|
| R1 | 45 | 16.00 | 3.00 | 7 | 10.29 |
| R2 | 60 | 17.00 | 4.00 | 4 | 21.14 |
| R3 | 35 | 16.00 | 4.00 | 7 | 14.12 |
| R4 | 35 | 16.00 | 4.00 | 7 | 13.27 |
| R5 | 20 | 14.00 | 8.00 | 5 | 15.64 |
| R6 | 47 | 16.00 | 3.00 | 7 | 15.32 |
| R7 | 13 | 16.00 | 5.00 | 15 | 15.14 |
| R8 | 35 | 16.00 | 5.00 | 5 | 15.96 |
| R9 | 52 | 15.30 | 5.00 | 4 | 18.80 |
| R10 | 38 | 17.00 | 4.00 | 7 | 11.81 |
| R11 | 20 | 15.30 | 6.00 | 8 | 13.37 |
| R12 | 45 | 15.30 | 4.00 | 5 | 13.74 |
| R13 | 34 | 16.00 | 5.00 | 6 | 10.57 |
| R14 | 25 | 16.30 | 10.00 | 4 | 13.15 |
| R15 | 25 | 16.30 | 10.00 | 4 | 16.33 |
| R16 | 122 | 18.00 | 1.00 | 9 | 26.60 |
| R17 | 44 | 16.00 | 5.00 | 4 | 30.94 |
| R18 | 60 | 17.00 | 5.00 | 3 | 27.53 |
| R19 | 34 | 17.00 | 4.00 | 8 | 26.11 |
| R20 | 54 | 16.30 | 2.30 | 8 | 16.03 |
| R21 | 27 | 15.30 | 4.00 | 9 | 10.36 |
| R22 | 64 | 17.30 | 3.00 | 5 | 15.55 |
| R23 | 50 | 17.00 | 3.00 | 7 | 13.07 |
| R24 | 43 | 16.00 | 3.00 | 7 | 9.66 |
| R25 | 42 | 17.00 | 4.00 | 6 | 13.95 |
| R26 | 65 | 18.00 | 6.00 | 3 | 18.79 |
| R27 | 65 | 18.00 | 6.00 | 3 | 17.53 |

| | | | | | |
|------------|----|-------|-------|----|-------|
| R28 | 45 | 17.30 | 5.00 | 5 | 17.28 |
| R29 | 62 | 16.00 | 3.00 | 5 | 19.10 |
| R30 | 50 | 18.00 | 3.00 | 7 | 12.49 |
| R31 | 25 | 16.00 | 5.00 | 8 | 9.95 |
| R32 | 25 | 16.00 | 5.00 | 8 | 10.94 |
| R33 | 30 | 16.30 | 5.00 | 7 | 13.23 |
| R34 | 30 | 16.30 | 5.00 | 7 | 16.07 |
| R35 | 30 | 16.30 | 5.00 | 7 | 13.42 |
| R36 | 36 | 17.30 | 4.00 | 7 | 10.93 |
| R37 | 72 | 17.30 | 4.00 | 4 | 12.38 |
| R38 | 52 | 17.00 | 3.30 | 6 | 13.14 |
| R39 | 30 | 16.00 | 5.00 | 6 | 15.46 |
| R40 | 16 | 16.00 | 5.00 | 12 | 16.10 |
| R41 | 27 | 16.30 | 5.00 | 7 | 21.95 |
| R42 | 28 | 16.00 | 10.00 | 3 | 24.45 |
| R43 | 27 | 16.00 | 10.00 | 4 | 24.08 |
| R44 | 15 | 14.00 | 7.00 | 8 | 18.67 |
| R45 | 37 | 16.30 | 10.00 | 3 | 13.13 |
| R46 | 38 | 16.30 | 10.00 | 3 | 16.99 |

Fuente. Elaboración propia con base en información recolectada

Anexo 3. Descripción de las Rutas de la Ciudad de Morelia

| Ruta | Descripción |
|------------|--|
| Amarilla 1 | Su salida es de Ciudad Universitaria, las principales calles que recorre son, Gral. Francisco J. Múgica, Cuautla, Eduardo Ruiz, Plan de Ayala, Tata Vasco, Calzada Ventura Puente, Iretiticate, Morelos Sur, Av. Solidaridad, Santiago Tapia, hasta llegar al punto de salida en Ciudad Universitaria. |
| Amarilla 2 | Su salida es de la Col. Ciudad Jardín, recorre las calles, Donato Guerra, Rondanilla, Jaula, Periférico Paseo de la Republica, Av. Pedregal, Siempreviva, Manuel Fernando Soto, Ponciano Arriaga, Joaquín de la Cantoya y Rico, Gral. Alberto Braniff, Cuautitlán, Calle Segunda, Caliza, Granito, Basalto, Cantera, Av. Michoacán, Gardenia, Mintzia, María Rodríguez del Toro de Lazarín, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Calzada la Huerta, Gral. Francisco J. Múgica, Dr. Cayetano Andrade, Av. Solidaridad, Iretiticate, Calzada Ventura Puente, Boulevard García de León, Batalla de la Angostura, Tzintzunzan, Platanares de Ziracuaretiro, Del Estudiante, y llega a la calle Tuleros de Purenchécuaro en la Col. Enrique Ramírez. |
| Azul A | Su salida es de Periférico Paseo de la Republica a la altura de la Col. Mariano Michelena, recorre las calles, Av. Siervo de la Nación, Av. Periodismo, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Eduardo Ruiz, Francisco Zarco, Santiago Tapia, Av. Morelos Norte, Héroe de Nacozari, Plan de Ayala, 20 de Noviembre, Curtidores de Teremendo, Quinceo, Pichataro, retoma Periférico Paseo de la Republica a la altura de la Col. Jardines del Rincón. |

| | |
|----------|--|
| Azul B | Su salida es de la Col. Dr. José María Coss, recorre las calles, Campo del Gallo, Periférico Paseo de la Republica, Av. Siervo de la Nación, Loma Larga, Loma Chica, Av. Periodismo, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Eduardo Ruiz, Francisco Zarco, Santiago Tapia, Plan de Ayala, 20 de Noviembre, Del Trabajo, Curtidores de Teremendo, retoma Periférico Paseo de la Republica, Francisco Javier Alegre, Quinceo, Pichataro y llega la calle Fray Sebastián de Aparicio en la Col. Nueva Unión. |
| Azul C | Su salida es de la Col. Gral. Mariano Jiménez, recorre las calles, Fresa, Dátil, Periférico Paseo de la Republica, Av. Siervo de la Nación, Av. Periodismo, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Gardenia, Av. Michoacán, Av. Ferrocarril, División del Norte, retoma Periférico Paseo de la Republica, Raza Mexicas, Educadores Mexicanos, México y llega a la calle Zimbagwe en la Col. Galaxia. |
| Café 1 | Su salida es de la Col. Félix Arreguín, recorre las calles, Av. Pedregal, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Allende, Valladolid, Bartolomé de las Casas, La Corregidora, Antonio Álzate, Sor Juana Inés de la Cruz, Gertrudis Bocanegra, Lic. Justo Mendoza, Rafael Carrillo, Calz. Ventura Puente, Alejandro Volta, Thomas Alva Edison, Manuel Pérez Coronado, Jesús Sansón Flores, Gob. Agustín Arriaga Rivera, Blvd. García de León, Bolivia, Brasil, Uruguay, Benito Muñoz, Hospital de Jiquilpan, Miguel de Rivera, Gregorio de Avina, Hernán González de Eslava, Diego de Sigüenza y llega a la calle Figueroa en la Col. Diego de Basalenque. |
| Café 1-A | Su salida es de la Col. Quinceo, recorre las calles, Ex hacienda de Quinceo, Av. Pedregal, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Allende, Valladolid, Bartolomé |

| | |
|----------|--|
| | de las Casas, Vicente Santa María, Av. Lázaro Cárdenas, Vasco de Quiroga, La Corregidora, retoma Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Pedregal, Ex hacienda de Quinceo hasta llegar al punto de salida en la Col. Quinceo. |
| Café 2 | Su salida es de la Col. Jardines de Guadalupe, recorre las calles, Av. Escuadrón 201, Tepeyac, Calle Cuarta, Cerritos, Gral. Alberto Braniff, Diamante, Av. Pedregal, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Allende, Valladolid, Bartolomé de las Casas, La Corregidora, Antonio Álzate, Sor Juana Inés de la Cruz, Gertrudis Bocanegra, Rafael Carrillo, Calz. Ventura Puente, Alejandro Volta, Thomas Alva Edison, Rubén C. Navarro, Jesús Sansón Flores, Gob. Agustín Arriaga Rivera, Blvd. García de León, Periférico Paseo de la Republica, Sócrates, Av. Nueva Tepeyac, Tierra, Cirian, Condemba, Catitica y llega a la calle Garambullo en la Col. Lomas del Punhuato. |
| Café 2-B | Su salida es de la Col. Leandro Valle, recorre las calles, Soldado Zaragoza, Defensor de Chapultepec, Héroe de la Reforma, Periodista del Valle, Agregado Militar, Víctor Hugo, Av. Leandro Valle, Periférico Paseo de la Republica, Av. Escuadrón 201, Tlatelolco, Capitán Carlos Roviroza, Anáhuac, Diamante, Av. Pedregal, Av. Michoacán, Acacia, Av. Héroes de Nocupétaro, Vicente Riva Palacio, Santiago Tapia, 20 de Noviembre, Luis Moya, Melchor Ocampo, Vasco de Quiroga, Del Trabajo, Eduardo Ruiz, Guillermo Prieto, Nicolás Regules, Francisco Zarco, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, Brigada Jalisciense, hasta llegar al punto de salida en la Col. Leandro Valle. |
| Coral | Su salida es de la Col. Las Margaritas, recorre las calles, Sta. María de los Urdiales, Dalia, Av. Michoacán, Eduardo Ruiz, |

| | |
|-----------|---|
| | <p>Vicente Riva Palacio, Allende, Guillermo Prieto, Melchor Ocampo, Valladolid, Bartolomé de las Casas, Isidro Huerta, Av. Francisco I. Madero, Virrey Antonio de Bucareli, Curtidores de Teremendo, Cobreros de Santa Clara, Zacán, Peribán, Márquez de Sonora, Av. Del Maestro, Acatita de Bajan, Lic. Enrique Ramírez Miguel, Periférico Paseo de la Republica, Pino, Jacarandas, Brezo, Cedro, Fresno, Álamo, Obispo del Acueducto, Revilla de Camargo, Fray Antonio de San Miguel Iglesias y llega a la calle Barranca en la Col. Del Periodismo.</p> |
| Coral 2 | <p>Su salida es de la Col. Ignacio Ramírez, recorre las calles, Vicente Segura, La Chinaca, Periférico Paseo de la Republica, Av. Quinceo, 23 de Mayo, Av. Michoacán, Cuautla, Eduardo Ruiz, Allende, Guillermo Prieto, Aquiles Serdán, Vasco de Quiroga, Valladolid, Bartolomé de las Casas, Vicente Sta. María, Av. Lázaro Cárdenas, Calz. Ventura Puente, Blvd. García de León, Gob. Agustín Arriaga Rivera, Batalla de Casa Mata, Batalla de Cerro Gordo, Artilleros de 1847, Lic. Enrique Ramírez Miguel, retoma Periférico Paseo de la Republica, Pino, Jacarandas, Brezo, Cedro, Fresno, Sauce, Álamo, Revilla de Camargo, y llega a la calle Fray Antonio de San Miguel Iglesias en la Col. Del Periodismo.</p> |
| Coral 2-A | <p>Su salida es de la Col. Cuatro de Marzo, recorre las calles, 23 de Mayo, Av. Michoacán, Cuautla, Eduardo Ruiz, Allende, Guillermo Prieto, Aquiles Serdán, Vasco de Quiroga, Valladolid, Bartolomé de las Casas, Vicente Sta. María, Lago de Ciutzeo, Lago de Camecuaro, Laguna de Términos, Calz. Ventura Puente, Blvd. García de León, Av. Solidaridad, Gob. Agustín Arriaga Rivera, Gob. Aristeo Mercado, Gob. Bruno Patino, Teniente Isidro Alemán, Jesús Urbina, Alcázar de Chapultepec, Av. Acueducto, Del Estudiante, Virrey Antonio de Bucareli, Lacas de Uruapan, Av. Francisco I. Madero,</p> |

| | |
|---------|--|
| | Periférico Revolución, Jitomate, retoma Periférico Revolución, Ing. Pascual Ortiz Rubio, Salvador Azuela, y llega a la calle San Pedro Jorullo en la Col. Salvador Escalante. |
| Crema | Su salida es de la Col. Solidaridad, recorre las calles, Tratado de Libre Comercio, Periférico Paseo de la Republica, Gral. José María Rojo, Av. Quinceo, Paseo de las Jacarandas, Azucena, Tulipán, Dalia, Gral. Santos Degollado, Guillermo Prieto, Héroes de Nocupetaro, Eduardo Ruiz, Benito Juárez, Av. Morelos Norte, Av. Manuel Buendía, Primo Tapia, Congreso de Anáhuac, 2 de Mayo, Coahuila, Av. Francisco I. Madero Oriente, Ing. Pascual Ortiz Rubio, Luis Padilla Nervo, Prudenciana Bocanegra, y llega la calle Teniente Coronel Felipe Páramo en la Col. Constituyentes de Querétaro. |
| Crema 2 | Su salida es de la Col. Lago 1, recorre las calles, Laguna de Chacahua, Carapuato, Francisco Iturbide, José Rosario Bravo, Av. Quinceo, Paseo del Fresno, Paseo del Pino, Paseo de las Jacarandas, Azucena, Antimonio, Vicente Riva Palacio, Av. Guadalupe Victoria, Uranio, Juan Álvarez, Av. Héroes de Nocupetaro, Av. Morelos Nte., Del Trabajo, Emiliano Zapata, Héroe de Nacozari, Álvaro Obregón, Belisario Domínguez, Bartolomé de las Casas, Vasco de Quiroga, Vicente Sta. María, Ortega y Montañés, Ana María Gallaga, Juan José de Lejarza, Samuel Ramos, Rafael Carrillo, Calz. Ventura Puente, Lic. Adolfo Cano, Francisco Márquez, Carpinteros de Paracho, Curtidores de Teremendo, Sor Juana Inés de la Cruz, M. Villalongin, Aquiles Serdán, Av. Francisco I. Madero Ote., Sonora, Coahuila, Lomas de la Mesa, José Sixto Verduzco, Lomas de las Villas, Periférico Revolución, Teniente Coronel Felipe Páramo, Lic. Natalio Vázquez Pallares, Apolinar Martínez Múgica, Dip. Ricardo Adalid, Lic. Jesús Ramírez |

| | |
|-----------|--|
| | Mendoza, Soledad Gutiérrez de Figaredo, Alberto Coria y llega la calle Dr. Rodrigo Méndez en Ciudad Industrial. |
| Crema 2-A | Su salida es de la Col. Veinte de Noviembre, recorre las calles, 15 de Noviembre, Luis Mora Tovar, Ley del 6 Enero de 1915, Alberto Coria, Lic. Jesús Ramírez Mendoza, Dip. Ricardo Adalid, Lic. Natalio Vázquez Pallares, Teniente Coronel Felipe Páramo, Periférico Paseo de la República, Av. Francisco I. Madero Ote., Periférico Revolución, Lomas de Cristo, Lomas de la Mesa, Sonora, Congreso de Anáhuac, Primo Tapia, Cecilio García, Constituyentes de 1917, Amado Nervo, 5 de Febrero, Dr. Miguel Silva G., Aquiles Serdán, Belisario Domínguez, Bartolomé de las Casas, Vicente Sta. María, Ortega y Montañés, Vasco de Quiroga, Fray Manuel Navarrete, Serapio Rendón, 6 de Diciembre, Tratados de Córdoba, José Sixto Verduzco, Apolinar Martínez Múgica, Luis Padilla Mora, Ing. Pascual Ortiz Rubio, Nicolás Ballesteros, Poeta Pino Suárez, hasta llegar al punto de salida en la Col. Veinte de Noviembre. |
| Gris 1 | Su salida es de la Col. Libertad por la Av. Siervo de la Nación y realiza un recorrido por todo el Periférico Paseo de la República, hasta llegar al punto de salida en la Col. Libertad. |
| Gris 2 | Su salida es de la Col. Libertad, recorre las calles, Grito de Independencia, Av. Siervo de la Nación, Periférico Paseo de la República, Calz. Juárez, Lago de Pátzcuaro, Vasco de Quiroga, Bartolomé de las Casas, Vicente Sta. María, Iretitcateme, Calz. Ventura Puente, retoma el Periférico Paseo de la República y Av. Siervo de la Nación hasta llegar al punto de partida en la Col. Libertad. |
| Gris 3 | Su Salida es de la Col. Ignacio López Rayón, recorre las calles, Anastasio Nájera, Benemérito Insurgentes, Francisco Mesa, Juan Bautista Márquez, Colegio Valentín Fernández, |

| | |
|----------|--|
| | <p>Francisco Gómez, Av. San Juanito Itzícuaro, Antonio Cañas, Josefa Michelena, José María Ocampo, José Cataño Palacios, Colorín, Los Fresnos, Periférico Paseo de la República, Av. Francisco I. Madero Pte., Central de Autobuses, Av. Pedregal, Juan de Alvarado, Nicolás de los Palacios Rubios, Jesús Solórzano Dávalos, Luis de León Romano, Calz. La Huerta, Arnulfo Ávila, Av. Solidaridad, Progreso, Justicia, Constitución, La Paz, Martín Castrejón, Ocampo, retoma Av. Solidaridad y Periférico Paseo de la República, Juan Benito Díaz de Gamarra, Fray Felipe de Jesús, Francisco Matos Coronado, Antonio de Godoy, Filipinas, Marcos Moriana y Zafrilla, Calle 7 y llega a la calle Francisco Matos Coronado en la Col. Ejidal Isaac Arriaga.</p> |
| Gris 4 | <p>Su salida es de la Col. Libertad recorre las calles, Av. Siervo de la Nación, Periférico Paseo de la República, División del Norte, Puente Río Colorado, Alejandra Robles, Av. Héroes Anónimos, Rio Grande, retoma Periférico Paseo de la República y Av. Siervo de la Nación hasta llegar al punto de partida en la Col. Libertad.</p> |
| Guinda 1 | <p>Su salida es de la Col. La Soledad, recorre las calles, Oscar Chávez, Isaac Calderón, Pablo José Peguero, Ing. Antonio del Castillo, Barrio Alto, Av. Plan Sexenal, Constituyente de Querétaro, Periférico Revolución, Av. Morelos Nte., Sierra de Pichataro, Volcán del Paricutin, Av. Quinceo, Av. Guadalupe Victoria, Av. Héroes de Nocupétaro, Santiago Tapia, Guillermo Prieto, El Nigromante, De Galeana, Benedicto López, Calz. Juárez, Periférico Paseo de la República, Fuentes de Morelia, Fuentes de Villalongin, Cerrada Margarita Maza de Juárez, Av. La Joya, Las Palmas, Nanche, retoma Av. La Joya, Loma la Cortina, Los Laureles y llega a la calle Lázaro Cárdenas en la Col. Simpanio Nte.</p> |

| | |
|----------|---|
| Guinda 2 | Su salida es de la Col. Barrio Alto, recorre las calles, Barrio Alto, José Díaz Ordaz, La Prensa Libre, Av. Plan Sexenal, Constituyente de Querétaro, Periférico Paseo de la República, Volcán del Paricutin, Sierra de Pichataro, Av. Morelos Nte., Gral. Francisco Villa, Alberto Bremauntz Martínez, Lic. Gregorio Torres Fraga, Lic. Salvador Pineda, retoma Morelos Nte., Av. Héroes de Nocupétaro Guadalupe Victoria, Santiago Tapia, Guillermo Prieto, El Nigromante, De Galeana, Benedicto López, Calz. Juárez, Periférico Paseo de la República, Rey Tariacuri, Cerrada Margarita Maza de Juárez, Av. La Joya, Egipto, Arcadio Zentella Priego, Manuel Muñoz, Porfirio Parra Mendoza, Heriberto Frías, Francisco L. Urquiza, Federico Gamboa y llega a la calle Martín Luis Guzmán en la Col. Lomas del Durazno. |
| Morada 1 | Su salida es del Fraccionamiento La Huerta, recorre las calles, Uacusecha, Avandaro, Calz. La Huerta, Gral. Francisco J. Múgica, Constituyentes, Martin Castrejón, Progreso, La paz, Arnulfo Ávila, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Héroes de Nocupétaro, Av. Morelos Nte., Del Trabajo, Emiliano Zapata, Héroe de Nacozari, 5 de Febrero, Dr. Miguel Silva G. Plan de Ayala, Antonio Chávez Sámano, 1ro. de Mayo, Av. Francisco I. Madero, Maestro Rubén Valencia Cortes, Nte. 4, y llega a la calle Oriente 4 en Ciudad Industrial. |
| Morada 2 | Su salida es de la Col. Niños Héroes, recorre las calles, Cap. Mariano Anzures, Calz. La Huerta, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, Allende, Francisco Zarco, Santiago Tapia, Vicente Riva Palacio, Av. Héroes de Nocupétaro, Guillermo Prieto, Eduardo Ruiz, Benito Juárez, Morelos Nte., Del Trabajo, Héroe de Nacozari, 20 de Noviembre, Álvaro Obregón, Aquiles Serdán, Av. Francisco I. |

| | | |
|------------------|---|---|
| | | Madero Ote., Periférico Paseo de la República y llega a la calle Lomas de las Torres en la Col. Artículo 27 Constitucional. |
| Naranja 1 | | Su salida es del Fraccionamiento La Huerta, recorre las calles, Uacusecha, Avandaro, Calz. La Huerta, Mandarina, Papaya, Granada, Periférico Republica, Morelos Sur, Virrey de Mendoza, Pino Suárez, Av. Morelos Nte., y llega a la calle Trabajadores de Agricultura en la Col. Lomas de San Juan. |
| Naranja 2 | | Su salida es de la Col. La Huerta, recorre las calles, Calz. La Huerta, Gral. Francisco J. Múgica, Dr. Cayetano Andrade, Av. Solidaridad, Calz. Juárez, Lago de Pátzcuaro, Rio Yaqui, Laguna de Guzmán, Isidro Huarte, Morelos Sur, Ortega y Montañés, Vasco de Quiroga, Héroe de Nacozari, Agrarismo, Pino Suárez, Del Trabajo, Av. Morelos Nte., División del Norte, Francisco R. Romero, retoma Av. Morelos Nte., Raza Maya, Raza Tarahumara, Mixtecos, Raza Azteca, Yaquis, Trabajadores de Educación, Trabajadores de Obras Públicas, Trabajadores de Agricultura, Carlos Robinson, Trabajadores de Gobernación, Benemérito de Yucatán, Revolucionario de Tizimín y llega a la calle Reunión de Becal en la Col. Precursores de la Revolución. |
| Naranja Erandeni | 3 | Su salida es de la Col. Ojo de Agua, recorre las calles, Carlos Pellicer López, Rafael Landívar, Eugenio de Salazar, Alfonso Reyes, Donato Arenas, Profesor José López Rodríguez, Juan de Dios Peza, Antonio Plaza, Ramón López Velarde Sur, Luis Octaviano Madera, Agapito Silva, Alfredo Iturbide, Faustino Cervantes Silva, Manouapa, Eréndira, Michoacán, Nahuas, Pisperama, Rey Tariacuri, Periférico Republica, Rey Tangaxoan II, Virrey de Mendoza, Rey Tangaxoan, Vicente Sta. María, Av. Solidaridad, Lago de Camecuaro, Gertrudis Bocanegra, Isidro Huarte, Ana María Gallaga, Juan José de Lejarza, Ortega y Montañés, Vasco de Quiroga, Bartolomé de |

| | | |
|-----------------|---|---|
| | | las Casas, Belisario Domínguez, Álvaro Obregón, Emiliano Zapata, Héroe de Nacozari, Del Trabajo, Av. Morelos Nte., Av. Erandeni, y llega al ICATMI Erandeni. |
| Naranja Galaxia | 3 | Su salida es de la Col. Centro, recorre las calles, Ortega y Montañés, Sánchez, Juan José de Lejarza, Vasco de Quiroga, Bartolomé de las Casas, Belisario Domínguez, Alvaro Obregón, Emiliano Zapata, Héroe de Nacozari, Del Trabajo, Av. Morelos Nte., Av. Erandeni, Sierra de Acahuato, Sierra de Yoricotzio, Av. Cerro Grande, Av. Marfil, Centauro, Orión, Polaris, Virgo Ote., Av. Galaxias, Blvd. Hacienda del Sol y llega a Galaxia Tarimbaro. |
| Negra 1 | | Su salida es de la Col. Ejidal Ocolusen, recorre las calles, Ahuizotl, Mateo de Hajar y Espinosa, Fray Jacobo Daciano, Lic. Enrique Ramírez Miguel, Artilleros de 1847, Primera Privada José María Iglesias, Batalla de Casa Blanca, Batalla de Cerro Gordo, Batallón Matamoros, 13 de Septiembre de 1847, Coronel Felipe Santiago Xicoténcatl, Juan Escutia, Gral. Mariano Monterde, Fernando Montes de Oca, Francisco Márquez, Carpinteros de Paracho, Hospitales, Revillagigedo, Tata Vasco, Plan de Ayala, 1ro. de Mayo, Amado Nervo, Revolución, 5 de Febrero, Cecilia García, Constituyentes de 1917, Gral. Gertrudis G. Sánchez, Artículo 123, Av. Miguel Buendía, Héroe de Nacozari, Av. Morelos Nte., Mtro. Juan Delgado, Paseo de las Yucas, Blvd. de las Primaveras, Av. Manuel Ocaranza, Antonio Neri, Av. Quinceo, Av. Poliducto, Xocoyol, Sempiterna, Jericó, Parque Nacional de Uruapan, Astronómica, Rio Cupatitzio, Av. Quinceo, Lago Madre Bahía, Laguna Negra, Del Obispo, Valle del Yaqui, Valle del Bravo, Valle de México, Mar de la Plata, Valle de Pátzcuaro, Lázaro Cárdenas, 25 de Diciembre, Santa Rosa, San Miguel, San |

| | |
|-----------|---|
| | Alberto, San Lucas y llega a la calle San Mateo por la Col. Quinceo. |
| Oro Verde | Su salida es de la Col. Trincheras de Morelos, recorre las calles, Arcadio Zentella Priego, Cenobio Paniagua, Ramón López Velarde Sur, Manuel Gutiérrez, Nájera, Faustino Cervantes Silva, Manouapa, Michoacán, Pisperama, Rey Tariacuri, Periférico Republica, Av. Universidad, Cerrada Margarita Maza de Juárez, Ocampo, Martín Castrejón, Av. Solidaridad, Calz. Juárez, Lago de Chapala, García Obeso, Andrés del Rio, Av. Lázaro Cárdenas, Fuerte de los Remedios, Ortega y Montañés, Manuel Tolsa, Ana María Gallaga, Isidro Huarte, Juan José de Lejarza, Samuel Ramos, Fray Diego José Abad, Antonio Álzate, Gertrudis Bocanegra, Lic. Justo Mendoza, Rafael Carrillo, Ana María Gallaga, Salvador Gonzáles Herrejón, Luis G. Banuet, Calz. Ventura Puente, Lic. Adolfo Cano, Gral. Mariano Monterde, Francisco Márquez, Carpinteros de Paracho, Platanares de Ziracuaretiro, Sonora, 2 de Mayo, José Sixto Verduzco, Lomas de Anáhuac, Periférico Revolución, Heber Soto Fierro, Raza Maya, Purépecha, Mixtecos, Raza Mexicas, Educadores Mexicanos, José Tavera Campos y llega a la calle Apóstol de la Raza Maya en la Col. Lomas de San Juan. |
| Roja 1 | Su salida es de la Col. Wenceslao Victoria, recorre las calles, Capitán Carlos Roviroza, Teniente Coronel Juan Pablo Aldasoro, Piloto Consuelo Prada Hernández, Juan Guillermo Villasana, Gral. Eduardo Aldasoro Suárez, Cap. Joaquín Rivadeneira Vázquez, Av. Escuadrón 201, Tlatelolco, Anáhuac, Diamante, Av. Pedregal, Av. Francisco I. Madero, Monumento a Lázaro Cárdenas, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. |

| | |
|-------------|--|
| | Madero, Av. Acueducto, Periférico Paseo de la Republica, Chicalote y llega a la calle Linaza en la Col. Francisco Xavier Clavijero. |
| Roja 2 | Su salida es de la Col. Villas del Sol, recorre las calles, Del Sol, Presidente Adolfo López Mateos, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Insurgentes, 30 de Julio de 1811, Av. Del Maestro, Batalla del Monte de las Cruces y llega a la calle Acatita de Bajan en la Col. Pascual Ortiz de Ayala. |
| Roja 2 Oken | Su salida es de la Col. Jaujilla, recorre las calles, Loma del Rey, Junta de Jaujilla, Paseo del Sauce, José María Izazaga, Paseo del Chorrillo, Paseo de la Reforma, Isidro Fabela, Presidente Adolfo López Mateos, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Insurgentes, 30 de Julio de 1811, Av. Del Maestro, Batalla del Monte de las Cruces y llega a la calle Acatita de Bajan en la Col. Pascual Ortiz de Ayala. |
| Roja 3 | Su salida es de la Col. Emiliano Zapata, recorre las calles, Ponciano Arriaga, José del Río, Constituyentes de 1857, Gral. Alberto Graniff, Argentina, Diamante, Grafito, Av. Pedregal, Av. Michoacán, Cantera, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Calz. Ventura Puente, Periférico Paseo de la Republica y llega a la calle Cerro del Punhuato en la Col. Fray Antonio de Lisboa. |

| | |
|-----------------|--|
| <p>Roja 3-A</p> | <p>Su salida es de la Col. Adolfo López Mateos, recorre las calles, 26 de Mayo de 1910, Adolfo Ruiz Cortinez, Juan Nepomuceno Marroquín, José María Lino Patiño, Av. Escuadrón 201, Tepeyac, Argentina, Diamante, Av. Pedregal, Av. Michoacán, Manuel Medina, Josefa Ortiz de Domínguez, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Calz. Ventura Puente, Periférico Paseo de la Republica retoma Av. Acueducto y llega a la Col. Cumbres de Morelia.</p> |
| <p>Roja 3-B</p> | <p>Su salida es de la Col. Irrigación, recorre las calles, Tepeyac, Argentina, Diamante, Av. Pedregal, Av. Michoacán, Vicente Riva Palacios, Santiago Tapia, Francisco Zarco, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Calz. Ventura Puente, Periférico Paseo de la Republica, Baltazar Echave, Catedráticos de Salamanca, Revilla de Camargo y llega a la Col. Fray Antonio de San Miguel Iglesias.</p> |
| <p>Roja 4</p> | <p>Su salida es de la Col. Mártires de la Plaza, recorre las calles, Lic. Florentino Mercado, Lic. Luis Couto, Lic. Agustín Aurelio Tena, Mártires de la Plaza, José Cisneros, Agustín Castañeda, Ruperto Castañeda, Juan Bautista Figueroa, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Insurgentes, 30 de Julio de 1811, Av. del Maestro, Sierra de Veracruz,</p> |

| | |
|----------|--|
| | Miguel Hidalgo, Jacinto Canek, Bolivia, Av. Nueva Tepeyac y llega a la calle Benito Muñoz en la Col. Dieciocho de Mayo. |
| Roja 4-M | Su salida es de la Col. Los Manantiales, recorre las calles, Manantial del Obispo, Manantial Mitzita, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, De Galeana, Nigromante, Allende, Valladolid, Melchor Ocampo, Pino Suárez, Bartolomé de las Casas, Fray Manuel Navarrete, retoma Av. Francisco I. Madero, Av. Acueducto, Insurgentes, 30 de Julio de 1811, Av. del Maestro, Sierra de Veracruz, Miguel Hidalgo, Jacinto Canek, Bolivia, Av. Nueva Tepeyac, Benito Muñoz, Antonio de Villareal, Antonio de Godoy, Diego Calero, Pedro Carrasco, Maguey, Catiricua y llega a la calle Cirian en la Col. Loma Libre. |
| Rosa 1 | Su salida es del Fraccionamiento Real Universidad, recorre las calles, Viena, Holanda, Atenas, Av. Universidad, Calz. La Huerta, Av. Cosmos, retoma Calz. La Huerta y Av. Universidad, Calz. Juárez, De Galeana, Benedicto López, Abasolo, El Nigromante, Guillermo Prieto, Santiago Tapia, Av. Héroes de Nocupétaro, Av. Guadalupe Victoria, Av. Quinceo, Volcán del Paricutín, Sierra de Pichataro, Cerro de Villachuato, Mil Cumbres, Periférico Paseo de la Republica, Jesús Ocampo, Lanceros de la Libertad, y llega a la calle Rafael Garnica en la Col. Josefa Ocampo Mata. |
| Rosa 2 | Su salida es la Col. Jardines de Torremolinos, recorre las calles, Av. del Vivero, Ávila Camacho, Siderúrgica Las Truchas, Periodismo, Juana Barragán, Nicolás Zapata, José Ma. Chico, José Manuel de Herrera, Pedro Aranda, Manuela Taboada, María de Bustamante, Manuel Villalongin, Calz. La Huerta, La Paz, Progreso, Patriotismo, Felipe Ángeles, Martín Castrejón, Cayetano Andrade, Zamora, Andrés Quintana Roo, Ocampo, Manuel Muñiz, Ignacio Rayón, León Guzmán, Valentín Gómez Farías, Santiago Tapia, Av. Guadalupe |

| | |
|----------|--|
| | Victoria, Sierra de Pichataro, Cerro de Villachuato, Mil Cumbres, Periférico Paseo de la Republica, Jesús Ocampo, Lanceros de la Libertad, Rafael Garnica, Av. Melchor Ocampo Manzo, Real de Minas, Real del Alto, Real de Cobre, Av. Torreón Nuevo, Pedro Contreras Elizalde, Jerónimo Larrazaral, Mariposa, Gertrudis Sánchez, Las Camelinas, Petirrojo, Torcasa, Copandaro de Galeana y llega a la calle Laurel en la Col. Torreón Nuevo. |
| Rosa 2-B | Su salida es la Col. Gertrudis Sánchez, recorre las calles, Gertrudis Sánchez, Copandaro de Galeana, Periférico Paseo de la Republica, Mil Cumbres, Cerro de Villachuato, Sierra de Pichataro, Av. Guadalupe Victoria, Santiago Tapia, Eduardo Ruiz, Valentín Gómez Farías, León Guzmán, Andrés Quintana Roo, Ignacio Rayón, Ocampo, Zamora, Cayetano Andrade, da vuelta en la calle Martin Castrejón y regresa al punto de partida en la Col. Gertrudis Sánchez. |
| Rosa 3 | Su salida es la Col. Metrópolis, recorre las calles, Loma Hondureña, Loma Argentina, Loma Peruana, Los Pocitos, Flor de Calabaza, Copandaro de Galeana, Lázaro Cárdenas, Emiliano Zapata, Gertrudis Sánchez, retoma Copandaro de Galeana, Periférico Paseo de la Republica, Mil Cumbres, Cerro de Villachuato, Av. Quinceo, Guillermo Prieto, Mtro. Antonio Quiroz, Ignacio Zaragoza, Mtro. Juan Delgado, División del Norte, Av. Morelos Nte., Del Trabajo, Héroe de Nacozari, Emiliano Zapata, Plan de Ayala, 20 de Noviembre, Luis Moya, Aquiles Serdán, Sor Juana Inés de la Cruz, Tata Vasco, Samuel Ramos, Gertrudis Bocanegra, Ana María Gallaga, Calz. Ventura Puente, Dr. Salvador González Herrejón, da vuelta en la calle Luis G. Banuet y regresa al punto de partida en la Col. Metrópolis. |

| | |
|---------|--|
| Verde 1 | Su salida es de Plaza Las Américas, recorre las calles, Periférico Paseo de la Republica, Del Campestre, Lic. Enrique Ramírez Miguel, Av. Acueducto, Alcázar de Chapultepec, Av. Lázaro Cárdenas, Abasolo, Benedicto López, Calz. Juárez, Manuel Muñiz, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, Periodismo, Av. Siervo de la Nación, da vuelta en Periférico Paseo de la Republica y regresa al punto de partida en Plaza Las Américas. |
| Verde 2 | Su salida es de Plaza Las Américas, recorre las calles, Periférico Paseo de la Republica, Del Campestre, Lic. Enrique Ramírez Miguel, Av. Acueducto, Alcázar de Chapultepec, Av. Lázaro Cárdenas, Abasolo, Benedicto López, Calz. Juárez, Manuel Muñiz, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, Periodismo, Av. Siervo de la Nación, da vuelta en Periférico Paseo de la Republica y regresa al punto de partida en Plaza Las Américas. |
| Verde 3 | Su salida es de la Col. Los Manantiales de Morelia, recorre las calles, Manantial Mitzita, Manantial Los Azufres, Manantial del Obispo, Manantiales de Quinceo, Manantiales de Morelia, Periférico Paseo de la Republica, Av. Siervo de la Nación, Loma del Rey, Ávila Camacho, Siderúrgica Las Truchas, Periodismo, Monumento a Lázaro Cárdenas, Av. Francisco I. Madero, Allende, Mariano Michelena, Manuel Muñiz, Abasolo, Benedicto López, da vuelta en la calle García Obeso y regresa al punto de partido en la Col. Los Manantiales de Morelia. |
| Verde 4 | Su salida es de la Col. Niños Héroeos, recorre las calles, Benito Rocha y Pardinias, José Nicolás de Michelena, Periférico Paseo de la Republica, Calz. La Huerta, Av. Universidad, Ginebra, Dinamarca, Alberto Alvarado, Martin Castrejón, Av. Solidaridad, Calz. Juárez, Manuel Muñiz, Abasolo, Benedicto López, Av. Lázaro Cárdenas, Rio Tepalcatepec, Dr. Salvador |

| | |
|-----------|---|
| | González Herrejón, Luis G. Banuet, Rafael Carrillo, Calz. Ventura Puente, Gral. Mariano Monterde, Lic. Adolfo Cano, Francisco Márquez, Carpinteros de Paracho, Curtidores de Teremendo, Cobreros de Santa Clara, Héroes de San Felipe, Olivares de Tzintzuntzan, Av. Francisco I. Madero Ote., y llega a la calle Alberto Coria en Ciudad Industrial. |
| Verde 4-B | Su salida es de la Col. Mártires de la Plaza, recorre las calles, Mártires de la Plaza, Av. Francisco I. Madero Pte., Manantial Mitzita, Manantial del Obispo, Manantiales del Obispo, Manantiales de la Escondida, Manantiales de Agua Zarca, Manantiales de Quinceo, Manantiales de Morelia, Periférico Paseo de la Republica, Calz. La Huerta, Av. Universidad, Ginebra, Dinamarca, Alberto Alvarado, Martin Castrejón, Av. Solidaridad, Calz. Juárez, Manuel Muñiz, Abasolo, Benedicto López, Av. Lázaro Cárdenas, Rio Tepalcatepec, Dr. Salvador González Herrejón, Luis G. Banuet, Rafael Carrillo, Calz. Ventura Puente, Gral. Mariano Monterde, Lic. Adolfo Cano, Francisco Márquez, Carpinteros de Paracho, Curtidores de Teremendo, Cobreros de Santa Clara, Héroes de San Felipe, Olivares de Tzintzuntzan, Av. Francisco I. Madero Ote., y llega a la calle Alberto Coria en Ciudad Industrial. |

Fuente. Elaboración propia con base en <http://el-rutero.com>