



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE ANÁLISIS DE LA GESTIÓN
OPERATIVA Y VIABILIDAD FINANCIERA PARA LAS COMPAÑÍAS
DE LA UNIÓN TEMPORAL TIO EN EL MARCO DE LA
LEGISLACIÓN LABORAL Y ADMINISTRATIVA DE COLOMBIA**

Autores

Vanessa Arboleda Ossa y David Jiménez Ospina

*Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Medellín, Colombia
2020*





FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Unidad de Posgrados y Educación Permanente

Propuesta de un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera para las compañías de la unión temporal TIO en el marco de la legislación laboral y administrativa de Colombia

Vanessa Arboleda Ossa y David Jimenez Ospina

Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de:
Magíster en Administración

Asesor

Conrado Augusto Serna Urán, Doctor en Ingeniería Industria y Organizaciones

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Medellín, Colombia
2020

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117
Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33
Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co
Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>
Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

Tabla de contenido

Resumen	5
1. Identificación del problema.....	7
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos específicos	11
3. Marco conceptual.....	12
3.1 Transporte Urbano de pasajeros	12
3.1.1 Crecimiento de ciudades y transporte público de pasajeros	12
3.1.2 Estrategias o medidas (tecnológicos, regulaciones) para mitigar los problemas del transporte público de pasajeros.	13
3.1.3 Alianzas en el transporte público y Gestión	18
3.1.4 Regulaciones nacionales.....	21
3.2 Factores de análisis financiero para la implementación de estrategias en el transporte de pasajeros.....	25
3.2.1 Evaluación financiera de proyectos	26
3.2.2 Costos y tarifas.....	29
3.2.3 Gestión de la demanda.	32
4. Metodología.....	37
4.1 Diagnóstico	37
4.2 Propuesta de un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera ..	38
4.3 Aplicación del modelo y selección de la mejor alternativa	38
4.4 Plan de implementación.....	38
5. Diagnóstico: operación actual de la unión temporal TIO	39
5.1. Análisis de la demanda actual	39
5.1.1. Metodología de análisis de la demanda.	40
5.1.2. Distribución de la demanda por meses (temporalidad de la demanda).	41
5.1.3. Distribución de la demanda por franja horaria.	42
5.1.4 Distribución de la demanda por ruta.	45
5.1.5 Distribución de la demanda por empresa.	46
5.1.5.1 Distribución de la demanda por empresa.....	47
5.1.5.2 Promedio de Pasajeros por tipo de día.....	47

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia



5.2.	Ingresos	48
5.3.	Costos y gastos	49
5.4.	Operación actual	50
6.	Modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera	52
6.1.	Estructura de ingresos	53
6.2.	Estructura de gastos y costos	53
6.3.	Inversión y depreciación	58
6.4.	Utilidad.....	58
6.5.	Indicadores	58
7.	Aplicación del modelo propuesto.....	62
7.1.	Modo de operación actual	62
7.2.	Comparación de datos técnicos entre la operación actual y las operaciones propuestas con vehículos de 19 y 30 pasajeros	63
7.2.1.	Ingresos por vehículo por cada propuesta de operación.....	64
7.3.	Costos y gastos	66
7.3.1	Costos fijos por vehículo.....	66
7.3.2.	Costos variables por vehículo.....	67
7.3.3.	Gasto administrativo.....	67
7.3.4.	Costo de salarios.....	68
7.4.	Inversión y depreciación	69
7.5.	Utilidad de cada modo de operación.....	70
7.6.	Nivel de servicio	70
8.	Selección de la mejor alternativa	72
8.1.	Proyección costos-ingresos del proyecto	73
8.2.	Inversión inicial	73
8.3	Indicadores financieros.....	74
8.4	Impacto Ambiental	76
9.	Plan de Implementación	77
10.	Conclusiones y recomendaciones.....	82
11.	Referencias.....	85
Anexos	93

Propuesta de un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera para las compañías de la unión temporal TIO en el marco de la legislación laboral y administrativa de Colombia

Vanessa Arboleda Ossa

vanessa.arboleda@udea.edu.co

David Jiménez Ospina

davidjimenezospina@gmail.com

Director:

Conrado Augusto Serna Uran

casernau@gmail.com

Resumen

La operación de transporte público actual incluye los actores: Estado, empresa, propietario, conductor, usuario; la forma como desarrollas sus actividades las empresas de transporte público en la actualidad tiene efectos en: las condiciones laborales de los conductores, las garantías de seguridad para los usuarios, las eficiencias en la mitigación de los impactos ambientales y la distribución equitativa de la demanda. Este trabajo de consultoría evalúa la situación actual de una agrupación temporal de 4 empresas prestadoras de servicios de transporte público en los municipios de Envigado y Sabaneta en el departamento de Antioquia, el objetivo entonces es proponer un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera para empresas de transporte público colectivo en el marco o de la legislación laboral y administrativa de Colombia,

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

que contribuyan a la distribución equitativa de la demanda entre los diferentes actores de la prestación del servicio. Se propone desde el desarrollo metodológico el diagnóstico de la operación actual en la alianza, la propuesta de un modelo de gestión operativa y viabilidad financiera, el cual consta de 6 factores que son: estructura de ingresos, estructura de gastos y costos, relación entre inversión y depreciación, la utilidad y finalmente los indicadores para la selección, posteriormente se aplica el modelo para comparar el modo de operación actual con dos propuestas y se sugiere finalmente el modo de operación con vehículos de 30 pasajeros bajo un escenario de integración que permite alcanzar una distribución equitativa de la demanda bajo el marco del CONPES 3260.

Palabras clave: Transporte público de pasajeros, integración de transporte público de pasajeros, modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera.

1. Identificación del problema

El transporte público es la columna vertebral del sistema de transporte en las diferentes ciudades de todo el mundo, para que el transporte público tenga éxito debe ofrecer un modo de viaje que las personas prefieran al proporciona una mejor experiencia y mayor nivel de servicio que conducir un vehículo particular (Harvey et al., 2018). Toma importancia mejorar la calidad de la prestación del servicio de transporte público (Sánchez & Romero, 2010), unas de las características de esta calidad es la puntualidad y la frecuencia (Anguita, Duarte, & Flores, 2014). El estudio de Sanchez y Romero (2010) presenta las características que evalúan los usuarios de la prestación del servicio: las condiciones del vehículo, la forma de manejo del conductor, la tarifa, el tiempo de viaje y el trato al usuario. Los requerimientos de transporte a nivel mundial en la actualidad buscan diseñar sistemas que satisfagan estándares de calidad y cantidad del servicio prestado, velocidad, seguridad, índices de contaminación ambiental y consumo energético (Quintero & Quintero, 2016). Las acciones desarrolladas orientadas a la modernización y la búsqueda de eficiencias sin poner el foco en el usuario han resultado en la pérdida de pasajeros y el fortalecimiento de otro tipo de sistemas como el privado (Gutierrez, Varano, Cardona, Giraldo, & Gutiérrez, 2018). En el mundo se están replanteando los modelos de transporte público dado el incremento de habitantes que se proyecta en las zonas urbanas para el 2050, que para el caso de países en vías de desarrollo como Colombia será del 64% de la población (Harvey et al., 2018).

En Colombia el sistema de transporte público incluye la participación del Estado, empresa, propietario, conductor y usuario; este sistema en la actualidad convive con una cultura de

informalidad en la contratación, horarios y frecuencias de servicios afectados por las variaciones de demanda durante la jornada y una sobreoferta de asientos. La operación actual de las empresas de transporte público tiene efectos en el incremento de los índices de inseguridad vial con el fenómeno de la “guerra del centavo” (CONPES 3260, 2003), sumado a las conductas inseguras por parte de los conductores (Torres (2017) encontró hasta 86 de estas conductas inseguras cada dos horas); el sector de transporte público tiene un bajo nivel de atracción por parte de inversiones por la inestabilidad del retorno de la inversión, ofrece condiciones laborales a conductores que no cumplen la legislación laboral (prestaciones sociales y seguridad social alineadas con la remuneración real), no hay eficiencias en la mitigación de impactos ambientales y no se diseñan alianzas entre empresas que garanticen la distribución de la demanda de manera equitativa.

El CONPES 3167, del 2002 sintetiza la problemática del sistema de transporte público de pasajeros colombiano en la siguiente figura 1, expresando la problemática en términos de la oferta de los servicios que incluye rutas inadecuadas con servicios obsoletos y sobreoferta de asientos; problemas en la infraestructura caracterizada por la inequidad y deficiencias es la calidad, incluye también causas estructurales relacionadas con regulaciones inadecuadas, donde el resultado son externalidades negativas que generan impactos en los usuarios como: mayores tiempos de viaje, inseguridad, menor confiabilidad, comodidad e ineficiencias en las tarifas.

Problemática del transporte público urbano de pasajeros

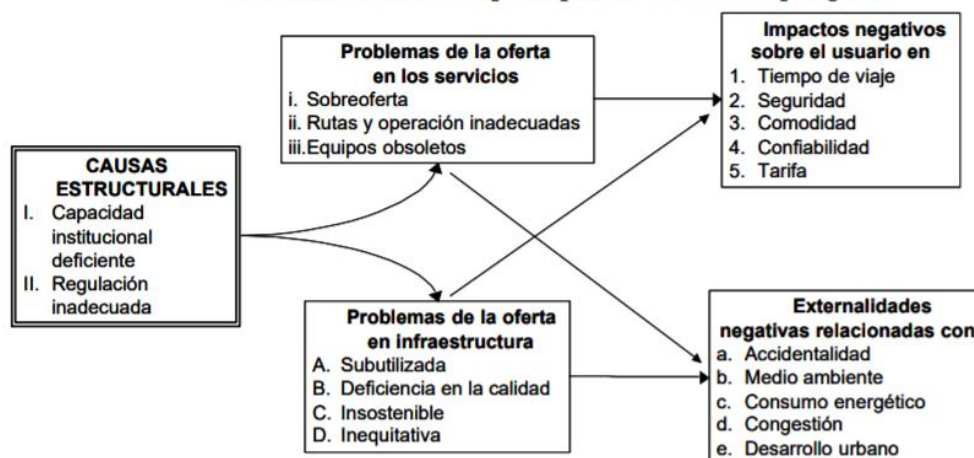


Figura 1. ilustración de la problemática del sistema de transporte.

Fuente: CONPES 3167.

El modelo actual de operación se ilustra en la figura 2, como lo expone el CONPES 3260 tiene incentivos que deterioran el sistema, debido a que promueve la competencia de los conductores en las vías; generando la ya mencionada “guerra del centavo” y no se realiza entonces una prestación del servicio bajo parámetros de calidad y eficiencia de las rutas, afectando la calidad de vida y productividad urbana.

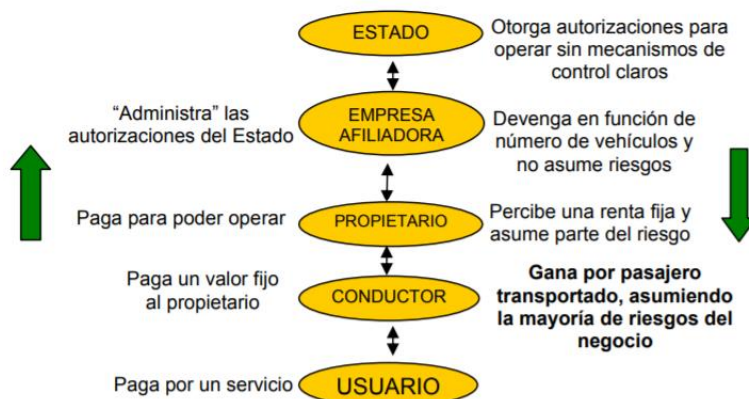


Figura 2. Estructura empresarial actual y la “guerra del centavo”.

Fuente: (CONPES 3260, 2003)

Actualmente en Colombia, se viene dando una transformación en el transporte público colectivo. Parte de esta transformación, incluye la creación de convenios de colaboración empresarial entre las tradicionales compañías de transporte de pasajeros del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Uno de estos convenios es la UT TIO (Unión Temporal de Transporte Inter Operativo), que unifica las rutas alimentadoras e integradas del Metro en la zona sur oriental del Valle de Aburrá, que abarca las ciudades de Envigado y Sabaneta. Dicha integración no se ha ejecutado completamente a nivel operativo, y el día de hoy, las empresas manejan sus procesos de manera independiente. Dicha integración se debe revisar, para proponer un modelo de gestión operativa y viabilidad financiera con el cual se revalúe las condiciones actuales y determinar el mejor modo de operación bajo un escenario de integración que permite alcanzar una distribución equitativa de la demanda entre las empresas de la alianza UT TIO bajo el marco del CONPES 3260.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Proponer un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera para empresas de transporte público colectivo en el marco de la legislación laboral y administrativa de Colombia, que contribuyan a la distribución equitativa de la demanda entre los diferentes actores de la prestación del servicio.

2.2. Objetivos específicos

- a. Caracterizar los modelos de gestión operativa implementados actualmente por las compañías de la alianza UT TIO para identificar sus variables y factores actuales de análisis.
- b. Proponer un modelo de gestión operativa y viabilidad financiera para que pueda ser implementado en las compañías de la alianza UT TIO, en un marco de colaboración según se define en el CONPES 3260.
- c. Evaluar el modo de operación actual con el modelo propuesto en el numeral anterior y compararlo con dos propuestas de operación con tipologías de vehículos diferentes cumpliendo con los requisitos normativos, para seleccionar el mejor modo de operación en el escenario de una asociación entre las cuatro empresas.
- d. Proponer un plan de implementación para la puesta en marcha de asociación de las empresas de la alianza UT TIO bajo el marco del CONPES 3260.

3. Marco conceptual

El marco conceptual presentado se divide en dos secciones principales: la primera aborda el transporte urbano de pasajeros, presentando el impacto del crecimiento de las ciudades, modelos de operación de transporte público en el mundo, las estrategias que se proponen en otras latitudes para mitigar los impactos del transporte público, las alianzas entre empresas de transporte y las regulaciones; una segunda sección contempla los factores de análisis financiero para la implementación de estrategias en el transporte de pasajeros, donde se incluyen la evaluación financiera de proyectos, los costos y tarifas asociadas al transporte y la gestión de la demanda.

3.1 Transporte Urbano de pasajeros

3.1.1 Crecimiento de ciudades y transporte público de pasajeros

Muchas ciudades están obstruidas por el tráfico, según Harvey et al (2018) esto continuará en la medida que las ciudades sigan creciendo y proyecta para el 2050 que el 86% de las personas en países desarrollados y el 64 % de las personas de los países en vías de desarrollo vivirán en áreas urbanas; y esta congestión causa graves impactos en los residentes como: el aumento de gases de invernadero, la pérdida de tiempo y de productividad y el aumento en los costos de transporte.

Los patrones de viaje están siendo más complejos, individualizados y flexibles, en este contexto los usuarios han adoptado nuevas formas de oferta y demanda de movilidad como es el caso de viajes compartidos, que existe gracias a una tendencia actual hacia un enfoque inteligente de la movilidad urbana, apoyando esta iniciativa en las nuevas tecnologías y el uso de dispositivos móviles en la vida diaria (Janasz, 2018).

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

Janasz (2018) a partir de una revisión de literatura identifica cuatro focos de investigación actuales para los servicios de movilidad urbana en términos de innovación, resumidos en cuatro temas: la innovación automotriz, los servicios de movilidad, la infraestructura de movilidad y la información sobre movilidad; se amplían cada uno de estos en la siguiente figura 3:

Innovación Automotriz	Servicios de Movilidad	Infraestructura de movilidad	Información de movilidad
<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de propulsión • Acceso sin llave • Movilidad conectada en tiempo real • Vehículos autónomos • Comunicación vehículo-vehículo, vehículo-estación 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios tradicionales de transporte urbano • Movilidad en bicicleta • Servicios de movilidad urbana digital • Vehículos compartidos • Transporte rápido personal 	Infraestructura de: <ul style="list-style-type: none"> • Estacionamiento • Tráfico • Peajes • Ferroviaria • Vial • TIC • Movilidad eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de información multimodal • Pagos de movilidad • Gestión de flotas • Gestión de tráfico • Seguridad y protección

Figura 3. Áreas de investigación en movilidad
Fuente: (Janasz, 2018)

3.1.2 Estrategias o medidas (tecnológicos, regulaciones) para mitigar los problemas del transporte público de pasajeros.

Las decisiones que se toman en términos de transporte público afectan a los residentes en generaciones futuras ya que se requiere infraestructura de larga duración que se renueva en el largo plazo, por lo tanto son necesarias políticas inteligentes para permitir formas alternativas de movilidad urbana que incluyan la reducción de vehículos circulantes para mejorar la calidad de vida y disminuir drásticamente las emisiones, estas políticas pueden contribuir al 2% de la

reducción en las emisiones acumulativas, aunque son políticas difíciles de medir (Harvey et al., 2018). Según Karim (2017) en todo el mundo los gobiernos de las ciudades enfrentan cada vez más presión para cambiar su enfoque actual de participación pública y formulación de políticas en términos de transporte, ya que el sistema actual tiene una gran incertidumbre financiera, cuenta con bajas reinversiones en infraestructura vial y una amenaza constante de la desaparición de la industria de la movilidad pública en su forma tradicional. Enfrentar los desafíos de la movilidad urbana requerirá entonces la adopción de nuevos modelos de negocio que logren entre demanda y la oferta un equilibrio natural (Janasz, 2018).

Gota y Mejía (2018) identifican tres tipos de beneficios en las políticas y proyectos de transporte público::

- a. Beneficios principales que incluyen reducción de la congestión (aumento velocidad, mejora en el nivel de servicio), reducción de costos de operación;
- b. Co-beneficios directos: ahorro de tiempo de viaje, reducción de emisiones y ruido, mayor equidad y seguridad; y
- c. Co-beneficios indirectos: mejora en salud pública, reducción de costos de salud y carga contaminante para suelos y el agua.

Hoy se están diseñando sistemas urbanos de movilidad que incluyen innovaciones como: nuevos sistemas de acceso y facturación en el uso compartido de bicicletas, el sueño de vehículos autónomos en el futuro y los nuevos paradigmas de uso y propiedad en el caso de vehículos compartidos que son cada vez más aceptados (Janasz, 2018).

Algunos ejemplos de regulaciones a nivel mundial incluyen las medidas tomadas por los estados de la comunidad europea donde se están implementando políticas de movilidad urbana con el objetivo de reducción de CO₂ por medio de incentivos, por coerción o imponiendo pautas, por medio del desarrollo de vehículos con menores emisiones o con el uso de biocombustibles, por ejemplo en Alemania se promueve la transición de una energía nuclear y carbonizada a una más confiable con el fin de lograr reducciones de efecto invernadero del 80%-95% ; en Shanghái se implementan subastas mensuales de placas para controlar el número de vehículos nuevos registrados (Attias & Mira, 2016).

Harvey et al (2018) exponen casos de estudio de sistemas de transporte público, a continuación algunos de ellos y sus principales características en la figura 4, donde se contrastan los sistemas, todos con objetivos diferentes: en China la prioridad es el incremento de las frecuencias dado el volumen de pasajeros, en Brasil se implementó un sistema pensado alrededor del transporte público influyendo fuertemente en el ordenamiento territorial de la ciudad de Curitiba con un desarrollo no coercitivo (Attias & Mira, 2016), en Dinamarca se tiene una evolución del sistema de transporte público donde el 45% de las personas se movilizan en bicicleta y en Londres se llegó a una medida que buscó restringir al máximo el acceso al centro de la ciudad por medio de un cobro de congestión.

Guangzhou, China	Curitiba, Brasil	Copenhague, Dinamarca	London, Reino Unido
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema rápido de buses • Integración con metro • Estacionamiento de bicicletas • Frecuencia muy alta de autobús • Estaciones largas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tránsito rápido de autobuses • Modelo de desarrollo orientado al tránsito • Plan de ordenamiento territorial orientado al sistema de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Se permiten bicicletas en tren, bus, taxis. • Programa de bicicletas compartidas • Menos accidentes viales • Menos contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de precios de congestión en el centro de la ciudad • Descongestión de zonas centrales de la ciudad

Figura 4. Sistemas de transporte público en otras latitudes
Fuente: Elaboración autores a partir de (Harvey et al., 2018).

Se están desplegando estudios para definir métricas que permitan evaluar y comparar sistemas de transporte, por ejemplo en Italia Garai, Masala y Pinna (2015) desarrollaron una metodología cuantitativa capaz de evaluar la movilidad urbana en ciudades inteligentes, a través de un indicador sistémico de movilidad que cuenta con 18 ítems, este estudio comparó los sistemas de transporte de ciudades en Italia en términos de:

- Transporte público: cobertura territorial, usuarios anuales y características de la red.
- Carriles para bicicletas: cobertura territorial, disponibilidad por habitante.
- Bicicletas compartidas: cobertura territorial, disponibilidad por habitante.
- Carro compartido: estaciones por habitante, vehículos por habitante.
- Sistema de soporte para la movilidad privada: soluciones inteligentes integradas como mensajes de tráfico, señales con mensajes variables, APP móviles, pago electrónico de parqueo.

- f. Sistema de soporte para el transporte público: contar con información en tiempo real, sistemas de pago electrónico, señales electrónicas en paradas, información de rutas, paradas, tiempos, plan de ruta virtual.

El anterior estudio logró identificar un ranking de ciudades, destacando en este las ciudades del norte de Italia, allí está la concentración de mayor nivel de vida del país; los autores evidencian la utilidad de la metodología para ser empleada en otros contextos, donde se pueden encontrar brechas en los sistemas de transporte, oportunidades de mejora y apoyar las nuevas políticas en temas de movilidad inteligente.

La investigación de Karim (2017) desarrollado en Toronto- Canadá presenta un modelo para dar solución a la movilidad urbana por medio de la planificación de la movilidad compartida, donde identifica los siguientes beneficios:

- a. Impactos positivos tanto sociales, económicos como ambientales.
- b. Acceso para quienes no tienen vehículo particular.
- c. Ingresos adicionales por exceso de capacidad para los propietarios de vehículos particulares.
- d. Mayores conexiones que las que ofrece el servicio público.
- e. Reducción de la demanda estacional.
- f. Reducción de la congestión del tráfico.

3.1.3 Alianzas en el transporte público y Gestión

Se observan dos posiciones cuando las organizaciones establecen relaciones, donde se realizan en el contexto de reducción de costos por razones tácticas y operativas, o cuando se toma una decisión estratégica con visión a largo plazo (Hernandez & Zapata, 2015).

Como se expone en la figura 5, al tratarse de decisiones de nivel estratégico en funciones críticas se requiere una transformación radical del negocio, lo que implica una intervención que modifica la operación actual de manera disruptiva.

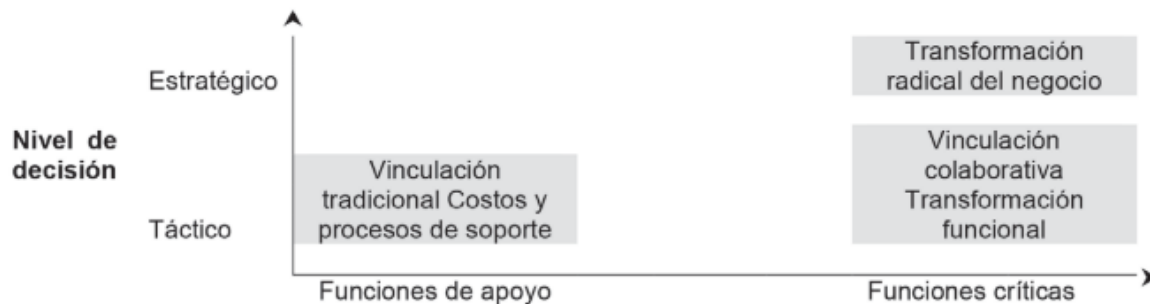


Figura 5. Niveles de decisión en vinculaciones interempresariales
Fuente: (Pin & Díez, 2002)

La vinculación inter firmas tienen motivaciones que pueden incluir el cumplimiento de un requerimiento legal o normativo, búsqueda de cooperación con un aliado local cuando se ingresa a un nuevo mercado, necesidad de incrementar habilidades y para lograr un posicionamiento estratégico al contar con información privilegiada de un mercado incluyendo la reducción de la incertidumbre al vincularse con otra empresa (Keil, 2000).

Un modelo que expone las fases del proceso de vinculaciones entre firmas referenciado por Keil (2000 p, 19), se presentan en la siguiente figura 6, donde se dividen las etapas en un proceso

de vinculación, donde se da una primera etapa para la exploración de las condiciones previas con el fin de mejorar la cooperación inicial al reducir la incertidumbre, luego una segunda etapa con mayor estructura en la definición de las reglas y compromisos acordados y finalmente una etapa de integración, donde la vinculación finalmente se consolida.

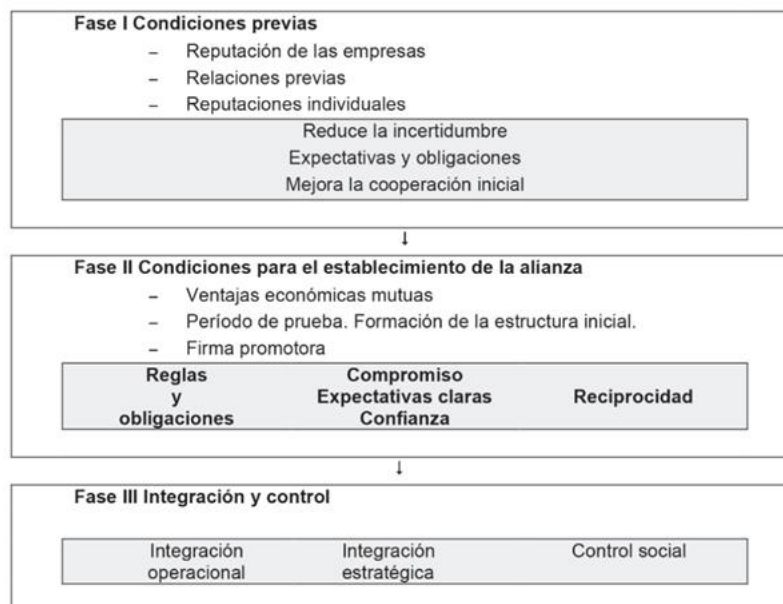


Figura 6. Modelo del proceso de vinculación entre firmas.
Fuente: Larson (1992), citado por Keil, (2000, p19).

García (2011) concluye que un grupo de empresas al constituir una alianza lo hacen con el fin de obtener un beneficio mayor a la suma de resultados individuales, y que si continúa en el tiempo el engranaje constituido significa que las empresas implicadas tienen objetivos comunes que alcanzarán sólo si logran una cooperación exitosa.

Se tienen evidencias de modelos como la caja común como una propuesta viable y acoplable para ser un punto de partida en la transformación del transporte público de pasajeros (Báez, 2012). Este modelo ha sido implementado en América Latina, donde se tiene unificación de

recaudo en el sector de transporte público (Ruiz, 2014), destaca Brasil donde se implementó desde hace dos décadas (Harvey et al., 2018), también en Ecuador, México y primeros acercamientos en Colombia por medio de los sistemas masivos integrados de transporte donde se tiene financiación y participación conjunta del Estado.

La caja común fundamenta su implementación en el desarrollo de tres niveles organizacionales (Ruiz, 2014) como se presenta en la figura 7; donde se describen tres niveles: la centralización de la gestión donde se busca una optimización, el nivel operativo donde se debe modificar la lógica de operación centralizando recursos y servicios necesarios para el funcionamiento y finalmente el nivel financiero con el recaudo centralizado.

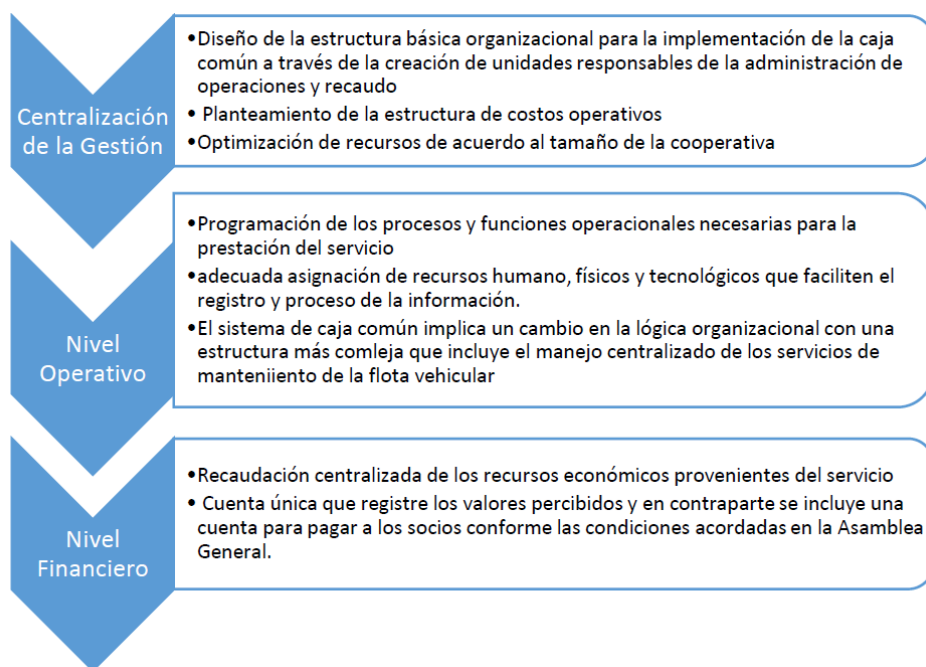


Figura 7. Niveles organizacionales de caja común.

Fuente: (Ruiz, 2014), citado por (Karolys, 2017)

Gestión operativa

Como lo exponen (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) la gestión de operación se refiere a el cómo se desempeña el trabajo “de forma expedita, eficiente, sin errores y a bajo costo”, aplicado a las operaciones que corresponden a los procesos necesarios para transformar los recursos que se utilizan en una empresa en los productos y servicios que requiere el mercado, con una calidad que satisfaga las expectativas del consumidor, teniendo un enfoque en las tareas de análisis de los servicios (o productos), análisis de los procesos.

La administración de las operaciones es la gestión de las actividades productivas lo que deja de lado las actividades que no participan en la manufactura, este enfoque cubre los servicios y va más allá de la resolución de problemas en las áreas de programación, inventarios, y planificación de materias primas, ya que se tiene una interacción con los demás participantes del sistema organizacional y una alineación con la estrategia (Zuñiga, 2009).

3.1.4 Regulaciones nacionales

CONPES 3260

Por medio del CONPES 3260 se busca mitigar los efectos resultantes de la problemática del transporte público antes descrita en la figura 1; esta política tiene el objetivo de mejorar el servicio de transporte en las ciudades colombianas, impulsando el desarrollo de sistemas integrados de transporte (SITM) en las ciudades con más de 600.000 habitantes, se divide en los siguientes numerales:

- i. Financiación de los Sistemas integrados: requiere participación activa del sector privado y apoyo del sector público de ser requerido, según el impacto social de la prestación de servicio público.
- ii. Fortalecimiento institucional: corresponde a las empresas que intervienen en la integración, aquellas deben ser los organismos encargados de gestionar eficientemente los sistemas resultantes de la asociación, los organismos territoriales deben promulgar por el fortalecimiento de esta gestión y el aprendizaje de buenas prácticas de otros sistemas rentables.
- iii. Maximización del impacto en la calidad de vida urbana: el sistema debe buscar la reducción de la accidentalidad vehicular, mejorar los niveles de seguridad, recuperar el espacio público e incrementar la cultura ciudadana, se puede tener apoyo para dicho fin al fondo de prevención vial.
- iv. Maximización de los beneficios sociales: planear el control de la sobreoferta y acoger el plan de chatarrización, incluir dentro de los objetivos la evaluación de la permanencia en el tiempo de las empresas participantes en la integración y las estrategias para lograrlo.
- v. Coordinación de la participación de la nación y las ciudades: se deben cumplir unos requisitos para contar con la participación de la nación en la integración de sistemas de transporte público, se presentan a continuación algunos:
 - Cumplir todos los requisitos establecidos en el Artículo 2° de la Ley 310 de 1996, el Decreto 3109 de 1997, la Resolución 1268 de 1998 del Ministerio de Transporte y demás normas reglamentarias.

- Definir e implantar los diferentes mecanismos que garanticen la reducción de la sobreoferta identificada en cada caso particular, considerando entre otros la cancelación de matrículas, la definición de la reglamentación de los procedimientos de desintegración física y su verificación y el respectivo ajuste de la capacidad transportadora, promulgando prestación del servicio en todas las zonas del municipio y la reestructuración de los servicios de las empresas de transporte público que garantice la calidad en la operación
 - Modificar y/o cancelar las rutas existentes, de acuerdo con las recomendaciones del Diseño Conceptual del SITM de cada ciudad. De igual forma, la creación de nuevas rutas de transporte público colectivo se realizará de acuerdo con las recomendaciones del respectivo Diseño Conceptual.
 - Modificación en la estructura de las empresas prestadoras del servicio de transporte público de las ciudades, pasando de empresas afiliadoras de vehículos a empresas que asuman los riesgos transferibles a ellas propios de su actividad, y administren la operación de los vehículos, tipo empresas propietarias.
 - Integración tarifaria y operacional de las rutas que componen el SITM.
 - Operación del sistema basada en buses nuevos de alta capacidad y con tecnología de baja contaminación.
- vi. Fomento de la participación ciudadana: implementar programas de evaluación de la satisfacción del usuario.

vii. Implementación de mecanismos de seguimiento: Con el objeto de que la Nación verifique el cumplimiento de las condiciones establecidas se deberá.

El Concejo Nacional de Política Económica y Social -CONPES- y el Gobierno Nacional han emitido una serie de leyes y documentos que pretenden establecer la estructura de un sistema de transporte más eficiente, que contribuya a la calidad de vida de los usuarios, promueva la seguridad y facilite la movilidad, en la siguiente figura 8 se resumen publicaciones oficiales que orientan al logro de estos objetivos por medio de la asociación entre empresas prestadoras de transporte desde 1993 hasta 2015.

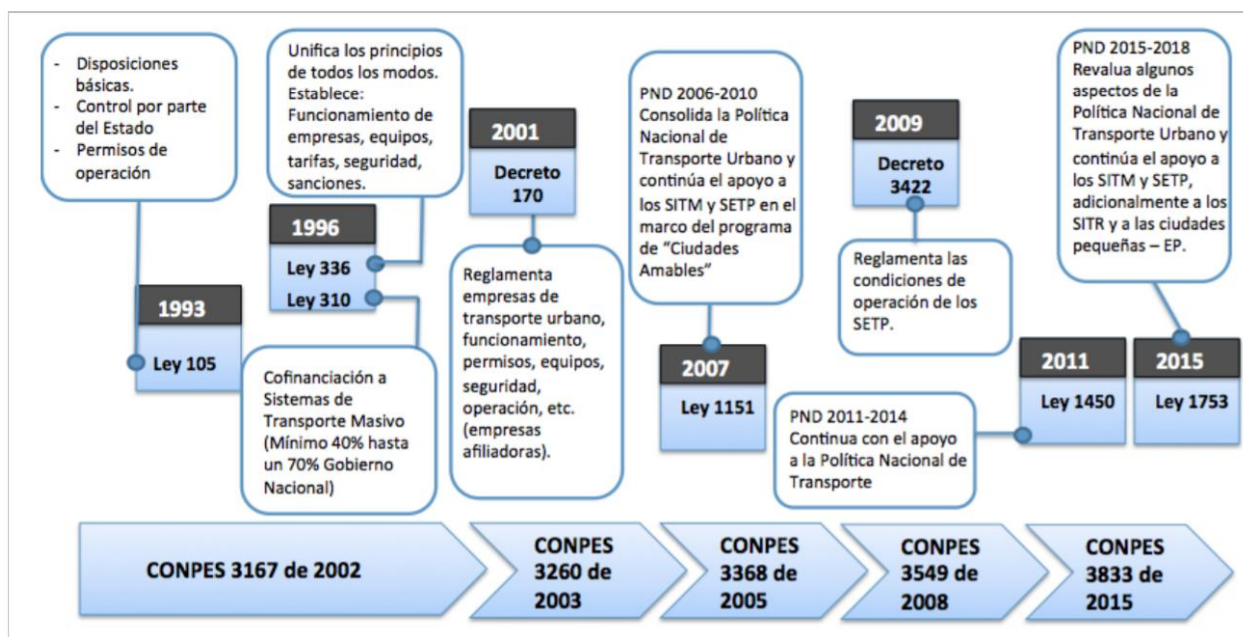


Figura 8. Marco de políticas públicas.

Fuente: (Bernal, 2015).

Ampliando el marco de políticas públicas en cuanto a su evolución desde 2015 de la integración entre empresas de transporte público y consolidación de sistemas integrados de transporte se identifican las siguientes normas adicionales:

- **Decreto 1079 2015** Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del Sector Transporte.
- **RESOLUCION 579 DEL 16/11/2016** Ejercer un control para la aplicación y cumplimiento del marco normativo en materia de transporte público metropolitano.
- **CIRCULAR 08 DEL 10 DE FEBRERO DE 2017** Indicadores de las acciones para el control de la informalidad e ilegalidad.
- **RESOLUCION 600 DEL 14/03/2017** Por la cual se establecen los parámetros para el reporte del seguimiento de infracciones a conductores que deben realizar las empresas de transporte público terrestre automotor de radio de acción nacional y municipal.

3.2 Factores de análisis financiero para la implementación de estrategias en el transporte de pasajeros

El Project Management Institute, es una organización americana sin ánimo de lucro, dedicada a difundir las mejores prácticas en gerencia de proyectos. La metodología PMI, documentada en el PMBOK, es la más utilizada para gerencias, gestionar y administrar proyectos alrededor del mundo. Se eligió esta metodología por la aplicabilidad de sus análisis de viabilidad y por la capacidad que tiene para catalogar los estudios de viabilidad por materia (ambiental, financiera, técnica, etc). La metodología expuesta para el análisis financiero de proyectos en el PMBOK será aplicada en esta consultoría.

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

3.2.1 Evaluación financiera de proyectos

Para lograr incrementar la productividad nacional a cualquier nivel, se deben tener en cuenta tres factores (Arboleda, 2013):

- a. Tener la capacidad de identificar proyectos que contribuyan a la solución de problemas manifestados por la comunidad.
- b. Tener la capacidad de realizar un estudio de viabilidad de un proyecto empresarial, que garantice la conveniencia económica, financiera, social y ambiental para de esta manera asignar recursos que produzcan un bien o servicio, que ayude a solucionar el problema.
- c. Gerenciar de forma ordenada y efectiva cualquier proyecto.

De acuerdo con la metodología del Project Management Institute (PMI), se debe definir claramente un horizonte de tiempo en el cual estará enmarcado el proyecto, y dentro de este horizonte, se debe plantear un ciclo de vida del proyecto que constaría de tres fases: pre-inversión, inversión y operación.

Estas etapas del ciclo de vida están subdivididas (Behrens & Hawranek, 1994) y se ejecutan en diferentes momentos cronológicos:

- a. Pre-inversión: Es donde se identifica la oportunidad de inversión, selección preliminar del proyecto estudios de viabilidad y finalmente la decisión de inversión.
- b. Inversión: Comprende el proceso en el cual se adquieren los recursos necesarios para la poner en marcha el proyecto.
- c. Operacional: Es el momento en que el proyecto comienza a generar ingresos.

De acuerdo con la metodología PMI, la etapa de pre-inversión es la que tiene mayor importancia, ya que el éxito o fracaso de un proyecto depende al final de las conclusiones técnicas y financieras, así como de los análisis que hacen la interpretación que los ejecutores del proyecto le den. Aquí se realizan los estudios y demás análisis que requiere el proyecto y que les entregan a los tomadores de decisiones una visión holística del proyecto. De acuerdo con el PMBOK® (Project Management Institute, 2017), la factibilidad de proyecto determina que se puede ejecutar y que ha aprobado cuatro evaluaciones básicas: técnica, ambiental, financiera y social.

La viabilidad consiste en la aprobación de cada evaluación para la factibilidad del proyecto (Chain, 2011), es preciso estudiar tres viabilidades: técnica, legal y económica, teniendo en cuenta que la viabilidad económica contiene la viabilidad financiera del proyecto.

Estos estudios deben terminar en conclusiones definitivas sobre cada uno de los aspectos fundamentales del proyecto. Entre los análisis requeridos para preparar un proyecto a nivel de factibilidad, y luego evaluarlo, se encuentran: estudio sectorial y del entorno, el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio legal, el estudio administrativo y el estudio financiero como se expone en el PMBOK® (Project Management Institute, 2017).

En el estudio sectorial se analizan todos los factores o circunstancias naturales (Zarur, 2004), infraestructurales, socioculturales económicas, políticas y tecnológicas que en tanto rodean y condicionan el comportamiento de los sujetos que están siendo objeto de estudio.

Estos análisis permiten identificar riesgos y amenazas, así como detectar oportunidades que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto debido a circunstancias ambientales o externas.

Estudio de Mercado: este estudio pretende según Arboleda Vélez (2013): “Estimar la cuantía de los bienes o servicios proveniente de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir por un determinado precio” (p.83).

Se debe reunir, planificar analizar y comunicar de manera sistemática la información relevante de una situación de mercado que influya en el proyecto y debe describir el tamaño y poder de compra de los consumidores, así como la disponibilidad de distribuidores y perfiles del consumidor.

El estudio de mercado de un proyecto consiste en la colección, anotación, discusión, análisis e interpretación de informaciones de la oferta y la demanda del bien o servicio generado por el proyecto, con el fin de ser usadas y explotadas dentro de este estudio, las variables que generalmente se analizan son: demanda y oferta: la búsqueda de satisfacer una necesidad que realiza un consumidor, se conoce como demanda, mientras tanto, los bienes o servicios que el productor ofrece para satisfacer dicha demanda, se denomina oferta ambos se encargan de la configuración del mercado sus variables y valores determinan el equilibrio de mercado. El precio: es el valor expresado en dinero de un bien o servicio que se ofrece en un mercado

Análisis de la demanda: Es la expresión por medio de la cual una comunidad utiliza un objeto para satisfacer sus necesidades.

Análisis de la oferta: Es la capacidad que tienen los prestadores de servicio de satisfacer la demanda ofreciendo el servicio a la comunidad, generando valor a través de un proceso productivo.

Evaluación Técnica: Se presentará la ubicación del proyecto, adicionalmente a su tamaño, dimensión y sitio, adicionalmente, se debe revisar, la capacidad diseñada, instalada y utilizada, con el objetivo de darnos cuenta si el proyecto funciona acorde al consumo del mercado (Miranda, 2010).

El manual base para la evaluación y gerencia de proyectos, es la Guía del PMBOK®, que expone y explica la metodología del PMI de gerencia de proyectos, que en uno de sus apartados habla de los análisis y estudios de viabilidad de los proyectos. La evaluación financiera de proyectos pertenece al grupo de procesos de planificación que son los procesos necesarios para definir el alcance del proyecto, los objetivos y las acciones necesarias para lograr la meta del mismo (Project Management Institute, 2017).

3.2.2 Costos y tarifas

Ieda (2010) expone la financiación pública para los sistemas de transporte en otros países, para los casos de Estados Unidos, Francia, Alemania el Reino unido e Italia se cuenta con un aporte público para la construcción de sistemas del 100% y un porcentaje entre el 30% y 55% de apoyo con recursos público para la operación, diferente a lo que sucede en países como Japón donde en la construcción recibe un 50% y para la operación un 0%. En Colombia hay un aporte importante del sector público para la construcción de SITM's, y también se incluye al sector financiero en el soporte de la inversión inicial; para la operación del sistema no está concebido el aporte del Estado, sin embargo, cuando las tarifas no logran cubrir los costos se debe recurrir al uso de sobretasa a los combustibles en el nivel local y los recursos de crédito por parte de la banca

multilateral en el nivel nacional para garantizar la prestación del servicio, evidenciando, pero esto solo aplica para sistemas integrados de transporte masivo-SITM, no para prestadores de transporte público fuera de este sistema.

En cuanto a la estructura de costos Han, Pan y Yang (2013) proponen para un modelo de transporte público en China incluir en los costos de operación los salarios, gastos administrativos y gastos generales del vehículo; este último costo se subdivide en: costos de inspección anual, de inspecciones temporales, tarifas de licencias y tarifas de carretera o rodamiento.

En Colombia el Ministerio de Transporte mediante la resolución 4350, (1998) establece la metodología para el estudio de costos en el sistema de transporte público municipal, es empleada para la definición de tarifa de transporte público municipal y en ella se plantean los siguientes rubros: costos variables, costos fijos y de capital, cada uno incluye unos sub-costos como se presentan en la figura 9, aquí se incluyen costos asociados al mantenimiento y uso de los vehículos de transporte, seguros y los costos asociados a la recuperación del capital y la rentabilidad para los propietarios.

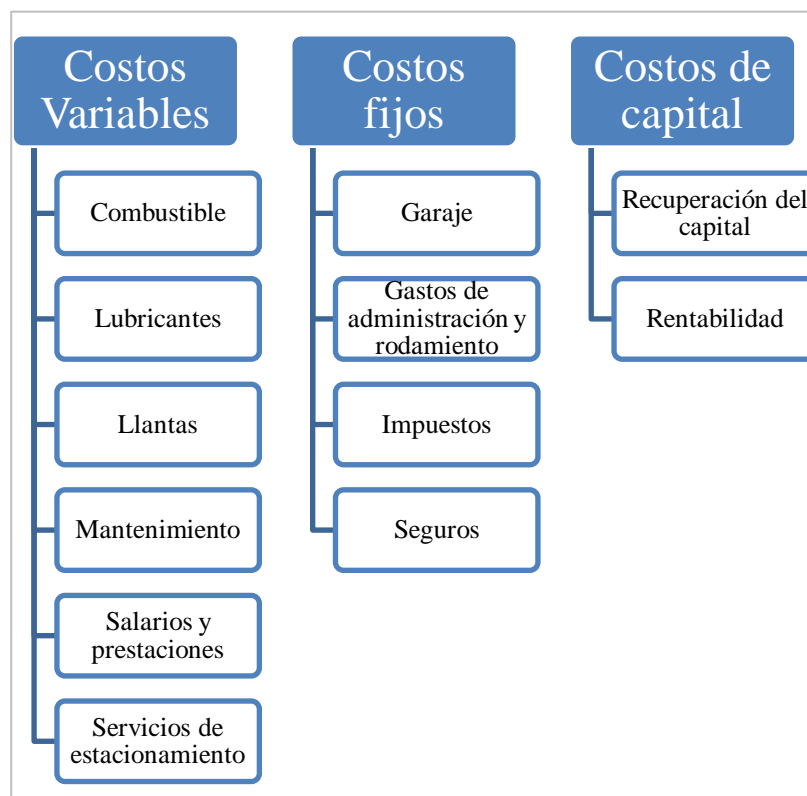


Figura 9. Estructura de Costos en transporte público de pasajeros.
Fuente: elaboración autores a partir de la Resolución 4350 de 1998.

El Ministerio de transporte con la resolución 3444 del 10 de agosto de 2016 actualiza el protocolo del sistema de información de costos eficientes para el transporte público de carga por carretera denominado SICE-TAC, este es un punto de referencia para identificar los costos asociados en la prestación de servicios de transporte e incluye: costos fijos que no están en función al número de kilómetros recorridos por el vehículo; costos variables donde los rendimientos para cada ítem serán calculados según las siguientes dimensiones: Tipo de calzada (calzada sencilla, doble calzada), tipo de terreno (ondulado, plano y montañoso); y otros costos, se subdivide cada uno en la siguiente figura 10.

Costos fijos	Costos variables	Otros costos
<ul style="list-style-type: none"> • Salarios: la referencia es el salario mínimo • Prestaciones al conductor • Capital, debe incluir para su cálculo (Capital, tasa de interés de captación, número de periodos de amortización) • Seguros: valor de las primas de los seguros SOAT y extracontractual. • Parqueaderos: valor noche multiplicado por 30 días • Impuestos: definir la base gravable y tomar la tasa impositiva para obtener el costo anual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible • Mantenimiento • Reparaciones • Peajes • Lubricantes • Llantas • Filtros • Lavado y engrase • Imprevistos 	<ul style="list-style-type: none"> • Comisiones • Factor de administración • Retefuente e ICA • Costo adicional espera • Descuentos administrativos

Figura 10. Estructura de Costos en transporte SICE-TAC

Fuente: elaboración autores a partir de la Resolución 3444 de 2016.

3.2.3 Gestión de la demanda.

Analizar la demanda de pasajeros en el transporte público es importante debido a la necesidad de movilidad personal de los usuarios para acceder a las actividades económicas y servicios (Gomez & Sánchez, 2016). En cuanto a la gestión de la demanda “los operadores de transporte público procuran proporcionar intervalos de salida máximos con el fin de reducir gastos de operación. Los pasajeros, por el contrario, requieren intervalos de salida mínimos con el fin de reducir el tiempo de espera y también el tiempo de viaje” (Galindres, Soto, & Estrada, 2018, p 143). Al respecto Cepeda, Cominetti, y Florian (2006) y Kov, Fukuda y Yai (2011) mencionan que los operadores de las rutas “tienen en cuenta la congestión de tráfico en las calles y buscan mejorar el desempeño de cada ruta, ... lo que afecta también al tiempo de espera de los usuarios

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

y, por tanto, su comportamiento dentro del sistema” (Citado en Galindres et al., 2018, p. 143). En otros escenarios, Qian, Luo, y Zeng (2005) “aplican modelos reducidos en su complejidad matemática y consideran una carga máxima permitida en los buses, la cual condiciona las frecuencias de despacho. Se trata de reducir en la función objetivo solo la saturación de los pasajeros, pero no tiene en cuenta los tiempos de paradas en estaciones, ni el tamaño de flota, condicionando solo las frecuencias máximas y mínimas permitidas” (Citado en Galindres et al., 2018, p. 144). Gomez y Sanchez (2016) estudian la demanda de un sistema de transporte público en México por medio de la lectura de los datos obtenidos por los dispositivos de entrada al sistema de transporte en un periodo de tiempo, argumentando la naturaleza estocástica del fenómeno para lograr analizar una parte los datos totales y, posteriormente inferir sobre un comportamiento general.

Pronósticos de demanda

Se debe evaluar en un horizonte de largo plazo la viabilidad financiera de los proyectos y es allí donde se requiere contar con metodologías que permitan proyectar los ingresos, en el caso de transporte público la fuente de los ingresos está dada por la multiplicación entre tarifa y número de pasajeros. La tarifa es definida por decreto entonces la variable a proyectar corresponde al a la demanda en términos de número de pasajeros.

Existen una serie de iniciativas para disminuir la incertidumbre a partir del análisis de datos históricos conocidos como series de tiempo estableciendo una coordinación con los pronósticos (Contreras, Atziry, Martinez, & Sánchez, 2016).

La utilidad de los pronósticos se evidencia en el soporte para tomar decisiones empresariales (Delgadillo, Ramírez, Leos, Salas, & Valdez, 2016), estos pronósticos nacen del análisis de las series de tiempo y sus componentes para proyectar los datos futuros por medio de técnicas que buscan disminuir el error ya que coincidir exactamente con el futuro es poco probable.

Los métodos de pronóstico se pueden clasificar en tres grupos: cualitativos, de proyección histórica, y causales.

Los métodos cualitativos se usan cuando la información histórica es escasa como es el caso de productos nuevos y una técnica empleada es el método Delphi.

Los métodos de proyección histórica se usan cuando se cuenta con datos históricos disponibles, permitiendo así por medio de las series de tiempo predecir una variable de interés basándose en que el patrón histórico se repetirá (Contreras et al., 2016), estos métodos son no paramétricos al no buscar determinar la distribución de los datos sino el patrón o factor de comportamiento. En las series de tiempo se deben determinar las componentes de la misma para seleccionar la metodología que corresponda, se consideran 4 componentes: la tendencia, la parte cíclica, el componente puramente aleatorio y el componente estacional (Alonso & Arcila, 2013).

Los métodos causales asumen una relación causa-efecto con una o más variables independientes, busca describir esas relaciones y usarlas para predecir valores futuros de la variable dependiente (Contreras et al., 2016).

El suavizado exponencial (Holt-Winters) es un método importante para pronosticar series de tiempos temporales, procesa los datos para eliminar aleatoriedad y mejorar la importancia de los

datos recientes durante la predicción (Makridakis S, Wheelwright SC, 1998). Este método no logra eliminar toda la aleatoriedad, se tiene entonces el método Holt-Winters Multiplicativo (HWM) ya tiene un mejor desempeño en el cálculo de índices estacionales más robustos y precisos (Jiang, Wu, Gong, Yu, & Zhong, 2020), también está el método Holt-Winters Aditivo (HWA) especialmente para las series de tiempo que incluyen componentes de tendencia y estacionalidad o temporalidad.

Para el método **MHW** la serie de tiempo se puede representar por (Makridakis S, Wheelwright SC, 1998):

$$y_t = (a_t + b_t t) I_t + \epsilon_t$$

Donde,

a_t : señal base, normalmente llamada la componente permanente o nivel

b_t : componente de tendencia lineal

I_t : factor estacional multiplicativo

ϵ_t : error aleatorio

La longitud de la estación son L periodos.

Los pronósticos se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \alpha \frac{y_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) ; b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \frac{y_t}{a_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} ; \hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t h) I_{t-L+h}$$

Donde;

\hat{y}_{t+h} : pronóstico para el periodo t+h

y_t : valor observado en el periodo t

a_t : valor suavizado de la serie en el periodo t

b_t : tendencia estimada en el periodo t

I_t : factor estacional estimado para el periodo t

α : constante de suavizamiento para el nivel de la serie $0 < \alpha < 1$

β : constante de suavizamiento para la tendencia de la serie $0 < \beta < 1$

γ : constante de suavizamiento para la estacionalidad de la serie $0 < \gamma < 1$

L: longitud de la estacionalidad

Como valores iniciales:

- $a_L = \bar{y}_1 = \sum_{i=1}^L \frac{y_i}{L}$; para el periodo.
- $b_L = \sum_{i=1}^L \frac{(y_{L+i} - y_i)}{L} = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$
- $I_i = \frac{y_i}{\bar{y}_1}$; $i = 1, \dots, L$

HWA, en la versión aditiva la serie de tiempo se puede representar por:

$$y_t = a_t + b_t t + I_t + \epsilon_t$$

Los pronósticos se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \alpha(y_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) ; b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$I_t = \gamma(y_t - a_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} ; \hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t h)I_{t-L+h}$$

Como valores iniciales:

- $a_L = \bar{y}_1 = \sum_{i=1}^L \frac{y_i}{L}$; para el periodo.
- $b_L = \sum_{i=1}^L \frac{(y_{L+i} - y_i)}{L} = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$
- $I_i = y_i - \bar{y}_1$; $i = 1, \dots, L$

Se miden los errores para determinar el método de pronóstico que mejor se ajuste, definiendo error como la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que realmente ocurrió en dicho periodo, y existen diferentes maneras de calcular el error; dentro de las técnicas más comunes se tienen el error cuadrático medio (MSE), la desviación típica de los errores y el error absoluto medio porcentual (MAPE- error de porcentaje absoluto medio) (Contreras et al., 2016).

4. Metodología

Esta consultoría se desarrolló en el periodo comprendido entre noviembre del 2018 y noviembre de 2019 en las cuatro empresas de la Alianza, se realizaron visitas donde por medio de observación directa, entrevistas no estructuradas, consulta de documentos, acceso a registros, bases de datos y extracción de información de contadores electrónicos de pasajeros (instalados en los buses); se levantó información acerca de su operación actual. Los pasos de la metodología propuesta incluyen el diagnóstico, la propuesta de un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera, luego la aplicación de este modelo y la selección de la mejor alternativa para finalmente entregar un plan de implementación.

4.1 Diagnóstico

Caracterización de los modelos de gestión operativa que están siendo implementados las empresas de la alianza UT TIO mediante la siguiente estructura:

- a. Análisis de la demanda que incluye:
 - i. Metodología de análisis de la demanda: levantamiento de información primaria de datos históricos anuales y mensuales de la movilización de pasajeros durante los años 2015 a 2018, registro detallado de las rutas por franja horaria de movilización de pasajeros de 15 días calendario, que se obtiene de tres fuentes: la reportada por las empresas en sus registros, también la información almacenada manera electrónica por la Tarjeta Cívica y la información obtenida por medio de componente electrónico en las unidades de transporte público (buses).
 - ii. Distribución de la demanda por meses, por franja horaria, por ruta y por empresa.

- b. Ingresos
- c. Costos y gastos
- d. Operación actual

4.2 Propuesta de un modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera

Definición de modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera en un marco de colaboración y de equidad dentro del CONPES 3260, describiendo cada uno de sus componentes:

- a. Estructura de ingresos y costos
- b. Estructura de gastos y costos
- c. Inversión y depreciación
- d. Utilidad
- e. Indicadores

4.3 Aplicación del modelo y selección de la mejor alternativa

Evaluación del modo de operación actual de la alianza UT TIO y comparación con dos propuestas con tipologías de vehículos diferentes buscando identificar el mejor modo de operación bajo el escenario de una asociación.

4.4 Plan de implementación

Definición de las etapas para poner en marcha el plan de implementación, subdivido en cuatro fases.

5. Diagnóstico: operación actual de la unión temporal TIO

Este capítulo se divide en el análisis de la demanda y los ingresos por año asociados a esa demanda.

5.1. Análisis de la demanda actual

La unión temporal TIO, es un convenio empresarial, realizado entre cuatro empresas de transporte público colectivo (Santra, Sotrames, Cootrasenvi y Cootrans), para prestar el servicio de transporte integrado al Metro en los municipios de Envigado y Sabaneta. El convenio comprende la integración operativa, administrativa y financiera de las empresas con el objetivo de mejorar los niveles de servicio que se le presta actualmente a los usuarios, generar economías de escala al incrementar el volumen de la operación y modificar la forma de operar para generar más rentabilidad a los inversionistas. Es necesario apuntar que esta acción de cambio a la vez se ve forzada por la obligación de cumplir con el CONPES 3260, 2003. La unión temporal actualmente cuenta con 28 rutas en las que presta el servicio y 265 vehículos.

Con el objetivo de realizar las estimaciones operativas y técnicas para el funcionamiento de un posible proyecto de integración, se hace necesario analizar de manera detallada la demanda actual, y con esto, revisar esta demanda como se distribuye entre los actores, y analizar la forma de integrar, manteniendo el nivel de ingresos que pueden llegar a tener actualmente cada uno de los actores.

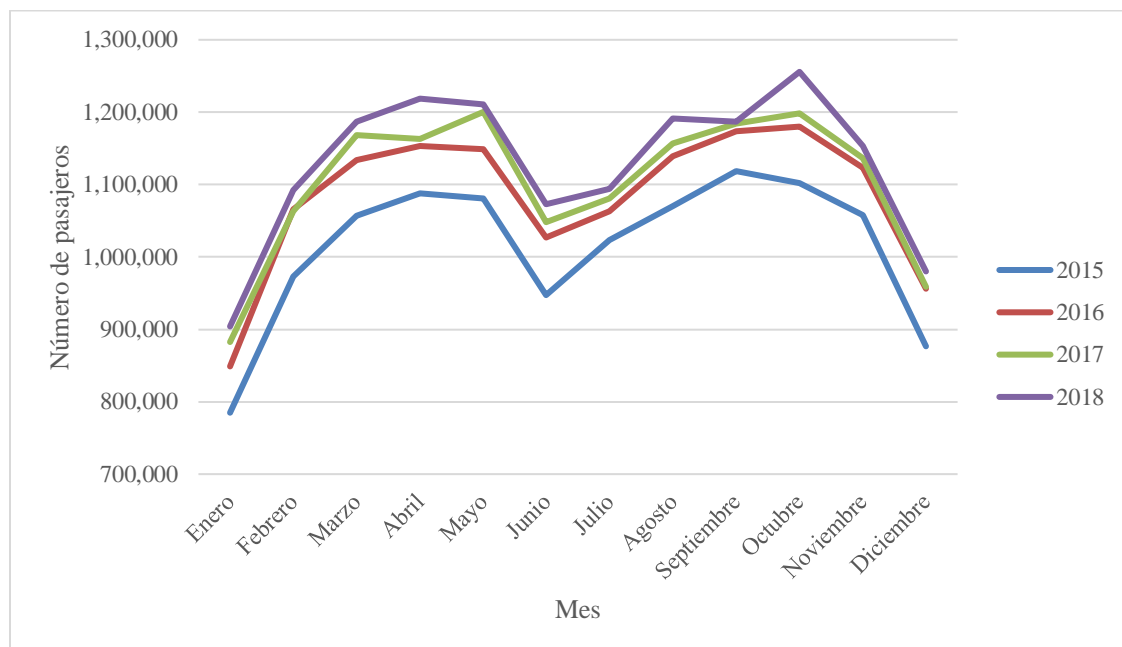
5.1.1. Metodología de análisis de la demanda.

Para realizar el análisis de la demanda, se hace necesario recolectar, organizar y analizar un volumen importante de información primaria, recurriendo a varias herramientas y fuentes de información. Se utilizaron tres fuentes de información, en primer lugar, los datos históricos de movilización de pasajeros con que contaban las empresas en sus registros. Cada que un vehículo finaliza la jornada, realiza una liquidación en la cual le notifica a la compañía, la cantidad de pasajeros que movilizó; esta información es digitada y organizada por la empresa, y se almacena en los archivos operativos para posteriormente utilizar esta información de soporte ante la autoridad los planes rodamiento anuales de la empresa. En segundo lugar, existe la información recolectada por la Tarjeta Cívica. Desde el año 2016 el pago de los pasajes en todas las rutas integradas de la cuenca 5 (Envigado y Sabaneta) se realizan por medio electrónico (Tarjeta Cívica), la información se transmite a bases de datos, y se tienen registros detallados de la movilización diaria por ruta. Con este dato existen dos restricciones, la primera es que no tiene en cuenta la movilización de pasajeros que realiza el conductor de manera irregular (pasajeros que ingresan por la puerta trasera, pasajeros que saltan el torniquete de conteo, entre otros), que son pasajeros, que deben sumar a la demanda, pero que no tiene registro en la base de datos de recaudo y pago, y la segunda es que no se tiene la información por franja horaria, lo que imposibilita calcular la oferta en de asientos que se debe hacer por hora para suplir con la demanda, y es por ello que se recurre a un tercer método de conteo, que es el conteo por medio de componente tecnológico embarcado (CTE). Todas las empresas cuentan, según la resolución 1373 de junio de 2018 del AMVA (Área Metropolitana del Valle de Aburrá), con componente

tecnológico embarcado que, entre sus partes, posee un contador de pasajeros con georreferenciación, que envía la información de movilización de pasajeros en tiempo real a una base de datos. Se cuenta con información disponible de los 15 días anteriores a la fecha de análisis.

5.1.2. Distribución de la demanda por meses (temporalidad de la demanda).

A través de los históricos de liquidación entregados por la Tarjeta Cívica en la operación (Datos desde el 2015, incluyendo información de tiquetería de Metro antes de la implementación total de la Tarjeta Cívica), se inicia el análisis de la demanda por año y por mes, lo que permite tener históricos de la temporalidad de la demanda, para posteriormente pronosticar con un modelo de estadística no paramétrica los ingresos de los años siguientes del proyecto.



Gráfica 1. Temporalidad de la demanda por mes y por año.

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

La grafica 1 permite tener visualmente una representación del comportamiento de la demanda, e identificar componente de la serie como picos y valles respectivos, se evidencia una temporalidad muy marcada, lo cual orienta a la selección del modelo estadístico a utilizar para pronosticar la demanda. De igual manera, se identifica que la demanda ha incrementado con en cada año, lo cual se puede definir como un factor de crecimiento positivo para realizar presupuestos de ingresos de la compañía, como se evidencia en la tabla 1, la alianza ha incrementado sus ingresos año a año, corresponde esto al incremento en la demanda de pasajeros.

Tabla 1. Resumen de pasajeros movilizados por año.

Total Psx	
Año	Total
2015	12.179.444
2016	13.012.717
2017	13.240.954
2018	13.546.748

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

5.1.3. Distribución de la demanda por franja horaria.

Teniendo los promedios diarios de pasajes pagos del día anterior, se pueden obtener las demandas promedio, pero para calcular la oferta ajustada, y realizar una optimización máxima de la operación, se hace necesario conocer la movilización de pasajeros por franja horaria. Por medio del componente tecnológico embarcado, se tomó la mega data generada durante el 1 de marzo de 2019, se procesó la información y se logró obtener por franja horaria los pasajeros movilizados. Se realizó un proceso de comparación de la información obtenida por este medio, con la información obtenida por el recaudo de la Tarjeta Cívica para verificar que las dos fuentes

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

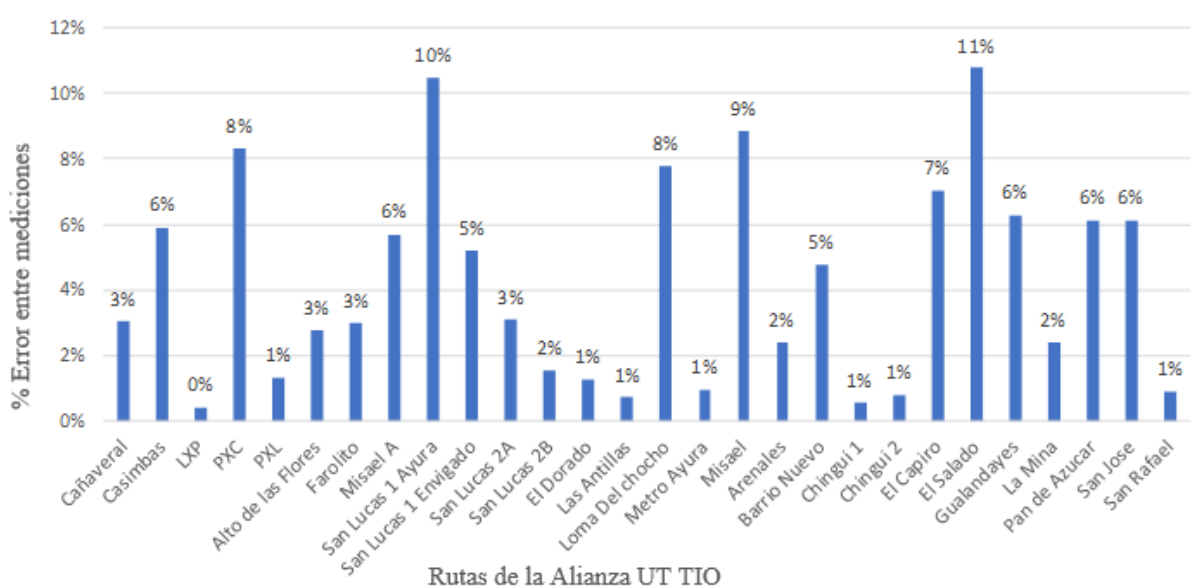
Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

de datos fuesen coherentes y la información entre ambas fuentes coincide con un error del 0,42% en promedio, como se ilustra en la gráfica 2, lo que permite continuar con el proceso de análisis de la demanda.



Gráfica 2. Margen de error entre información tomada por componente tecnológico y sistema de recaudo. Valores Absolutos para mejor visualización.

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

Esta distribución por franja horaria junto con la información de tiempos de viaje (Análisis de oferta), velocidad comercial, y capacidad transportadora de los vehículos (19 Pasajeros), permite analizar la cantidad de vehículos que se necesitarían en cada franja horaria visualizando los dos grandes picos (el de la mañana y la tarde), y el incremento que se presenta durante lo corrido de la tarde, así como las horas valle, fenómenos ilustrados en las gráficas 3 y 4.

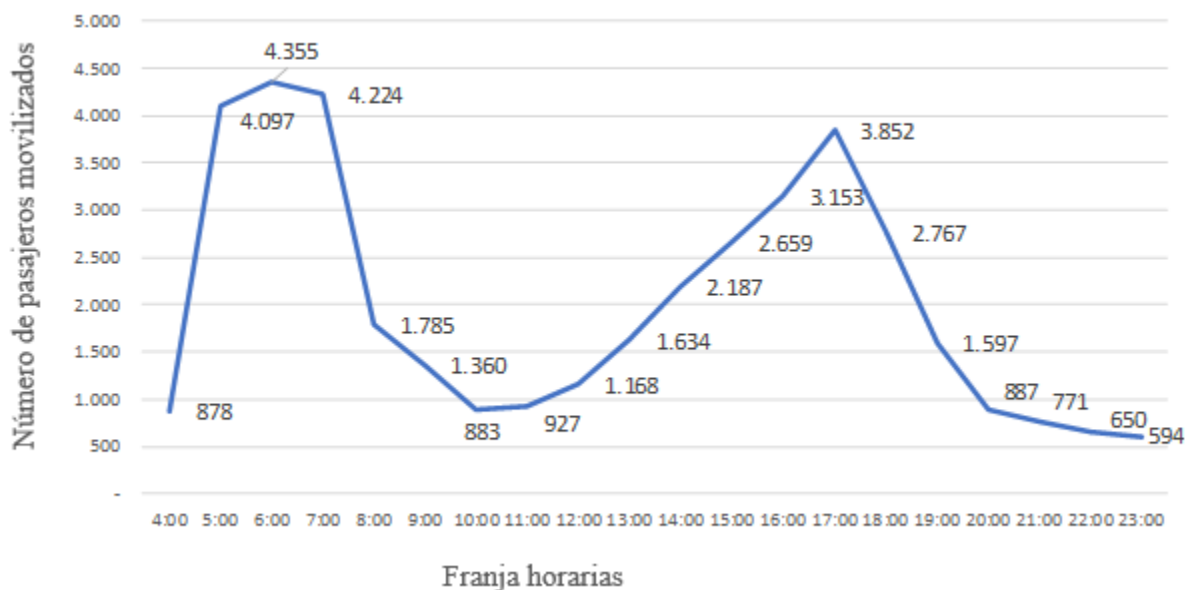
Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

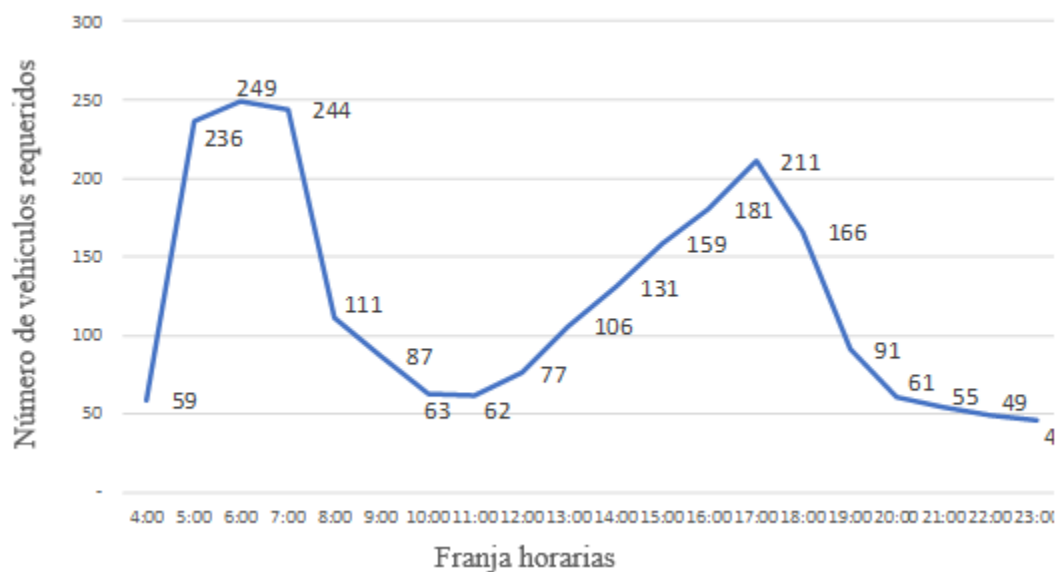
Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia



Gráfica 3. Pasajeros movilizados por el sistema por franja horaria. Información tomada del Componente tecnológico embarcado por medio de dispositivos INS 50.

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores



Gráfica 4. Vehículos necesarios para satisfacer la demanda de transporte por franja horaria con vehículos de 19 pasajeros.

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

5.1.4 Distribución de la demanda por ruta.

Para el análisis de la distribución de la demanda se tomó la información extraída de la base de datos de pago electrónico (Tarjeta Cívica) que se realizó desde el 11 hasta el 28 de febrero de 2019, en días que fueran típicos laborales, y se relacionó con cada una de las rutas. Esta información diaria, se promedia, y permite tener un dato aproximado de la demanda de cada una de las rutas durante los días normales de operación. Se utilizó el mes de febrero como mes de referencia para tomar la muestra, dado que no tiene comportamientos de demanda afectados por condiciones como las vacaciones, días feriados adicionales, tiene entonces características de un mes tipo.

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

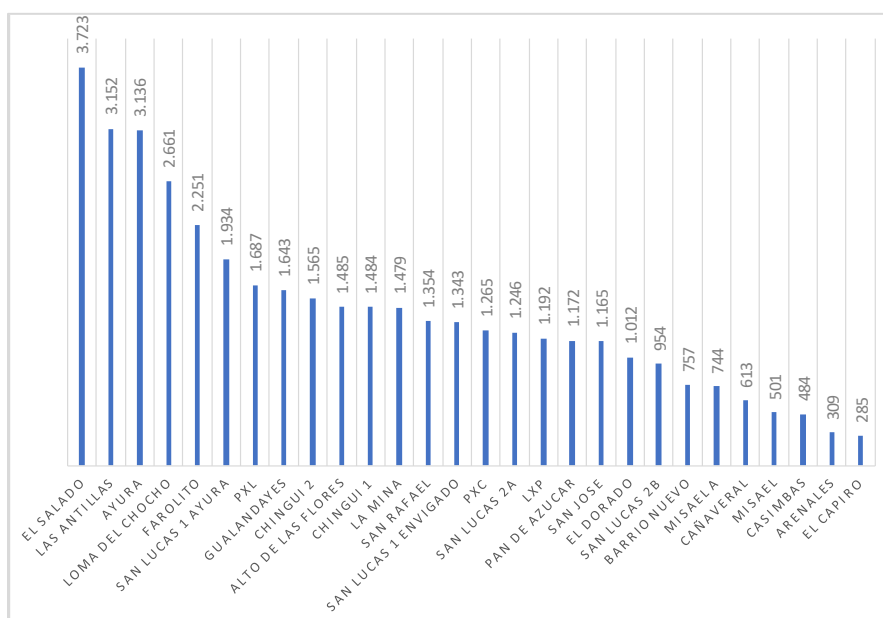
Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

En la gráfica 5 se resume la información de las 28 rutas que hacen parte de cuatro empresas que conforman el convenio UT TIO, se evidencian diferencias importantes entre la ruta que moviliza en promedio 3.723 pasajeros (El salado) y corresponde a 10 veces el número de pasajeros si se compara con la ruta de menor número de pasajeros con 285 (El Capiro), se evidencia el desbalance en cuanto a la distribución de pasajeros entre las rutas.



Gráfica 5. Promedio de Pasajeros diarios por Ruta, Tomado de sistema de recaudo.
Fuente: Alianza UT TIO (2019)
Elaboración: autores

5.1.5 Distribución de la demanda por empresa.

Con la información consolidada se proponen indicadores de demanda, buscando planear la distribución de los ingresos de la integración en la caja única, y adicionalmente le van a permitir a la empresa optimizar de una forma más eficiente sus recursos a la hora de realizar la operación,

teniendo en circulación los vehículos necesarios para transportar la demanda que se tiene actualmente.

Tabla 2. Distribución de la demanda por empresa.

Pasajeros promedio por tipo de día			
Año	DTL	Sábado	Domingo
2015	35,943	29,021	27,783
2016	37,968	31,269	30,327
2017	38,763	32,888	30,064
2018	39,907	34,335	29,449

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

5.1.5.1 Distribución de la demanda por empresa.

En la tabla 2 se describen los ingresos que cada compañía le está aportando al proyecto de caja única, para ayudar a distribuir los ingresos que genere el proyecto completo cuando se realice el flujo de caja anual.

5.1.5.2 Promedio de Pasajeros por tipo de día.

Tabla 3. Promedio de Pasajeros por Tipo de día.

Empresa	PSx Promedio	Porcentaje Promedio
Cootrans	5241	13%
Cootrasenvi	9958	25%
Santra	10462	26%
Sotrames	14937	37%

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

Este indicador presentado por año en la tabla 3 le es útil a la compañía, a la hora de optimizar sus procesos de operación, permitiendo que solo se despachen vehículos en viaje oportunamente y de acuerdo con la demanda de cada día. Adicionalmente permite planificar otros procesos internos, como por ejemplo mantenimientos o revisiones mecánicas los días que menos flota operativa se tiene.

5.2. Ingresos

Teniendo en cuenta la movilización de pasajeros anual, y utilizando como base tarifaria los precios del pasaje durante cada año (tabla 4), es posible calcular los ingresos (gráfica 6) del proyecto durante los cuatro años anteriores, y con base en esto aplicar un modelo de estadística no paramétrica que permita identificar un presupuesto de ingresos durante el ciclo de vida del proyecto.

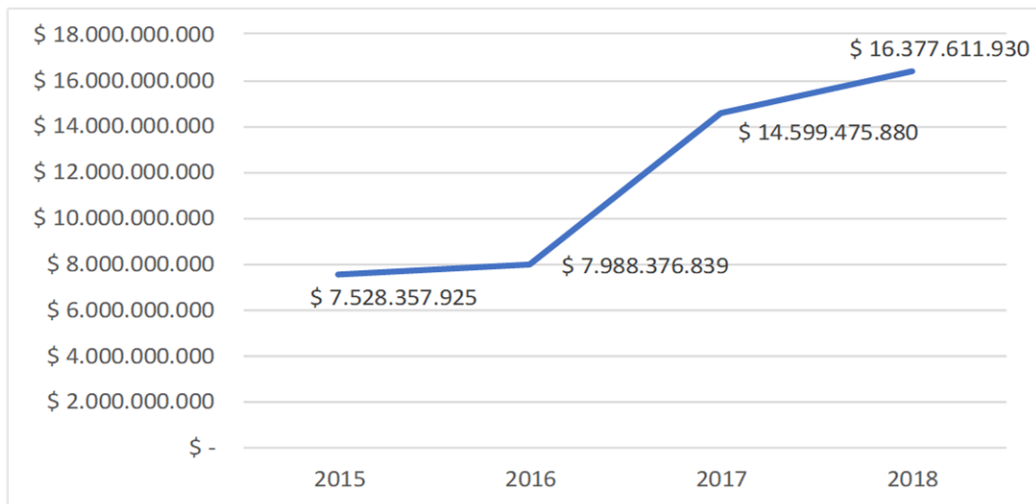
Tabla 4. Precios Pasaje por Año. Alianza UT TIO (2019)

Precio Pasajes Metro y Plenos		
Año	Plenos	Metro
2015	1800	1300
2016	1900	1350
2017	2000	1375
2018	2100	1425

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

El crecimiento de este precio no es conforme a una norma general, ni a la inflación, por lo tanto, a la hora de aplicar un modelo que proyecte dichos precios, se deben tener en cuenta varias variables que pueden hacer que este cambie. Entre ellos está la canasta de costos de mantenimiento, el salario mínimo, el precio del combustible, entre otros.



Gráfica 6. Ingresos Anuales proyecto TIO 2015-2018.

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

Conociendo la demanda y posteriormente los ingresos, se puede dar inicio al análisis de alternativas de modos de operación, realizar un posterior análisis financiero intermodal y seleccionar una alternativa que sea eficiente.

5.3. Costos y gastos

La operación actual en cuanto a los costos y gastos se construye por unidad de transporte, es decir por vehículo, donde se incluyen: costos fijos de la unidad de transporte, el salario del conductor, gastos variables por kilómetro y una cuota de administración para la empresa afiliadora, en total por vehículo mensualmente se requiere para costos y gastos un monto de \$5.788.453 como se expresa en la tabla 5.

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoeconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

Tabla 5. Costos y gastos mensuales por vehículo

Ítem	Modo de operación actual
Costos fijos vehículo	\$ 769,858
Costos salario	\$ 1,064,996
Costos variables por km	\$ 963
Total gastos variables	\$ 2,453,599
Administración empresa afiliadora por vehículo	\$ 1,500,000
Costos y gastos totales	\$ 5,788,453

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.
Elaboración: autores

5.4. Operación actual

La operación actual se resume en la tabla 6, donde se contempla por vehículo el ingreso promedio mensual de \$8.291.191, que al restarle los costos y gastos del numeral anterior presenta una utilidad por unidad de transporte de \$2.505.738. Para la construcción del ingreso promedio mensual se ponderó el número de pasajeros que reciben el servicio por medio de la integración con el sistema Metro y los que no integran el servicio, ya que hay una diferencia en el valor pagado por los usuarios que conectan con el sistema Metro que es inferior a la tarifa plena.

Tabla 6. Operación actual

Ítem	Modo de operación actual
Vehículos	265
Vehículos Operativos	215
Kms Mensuales Promedio	547,792
Kms/vehículos	2,548
Pasajeros Mensuales Promedio	1,128,896
IPK Total (Kms Mensuales promedio/pasajeros mensuales promedio)	2.06
Viajes Totales	1,406
Rutas	28
Minutos Dia	1,080
Nivel de Servicio (minutos de espera promedio en una ruta)	22
Nivel de Servicio Promedio en Hora Pico	15
Nivel de ocupación en Hora Pico	116%
Pasajeros por vehículo	4,260
Valor Pasaje Metro	\$ 1,650
Valor Pasaje Total	\$ 2,200
Pasajeros Metro	1,789
Pasajeros Total	2,428
Ingresos vehículo Mensual	\$ 8,294,191

Fuente: Alianza UT TIO (2019)

Elaboración: autores

6. Modelo de análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera

Con el objetivo de determinar si el modelo de transporte a implementar es viable en el marco del transporte público colectivo, se debe tener una estructura de ingresos y gastos que componen dicho modo de operación, de esta manera se determinará si existe una viabilidad financiera, acorde a la viabilidad técnica ya especificada y dar validez desde el objetivo de ser rentable y financieramente atractivo para los inversionistas, se propone el modelo de la figura 11 para analizar los modos de operación.

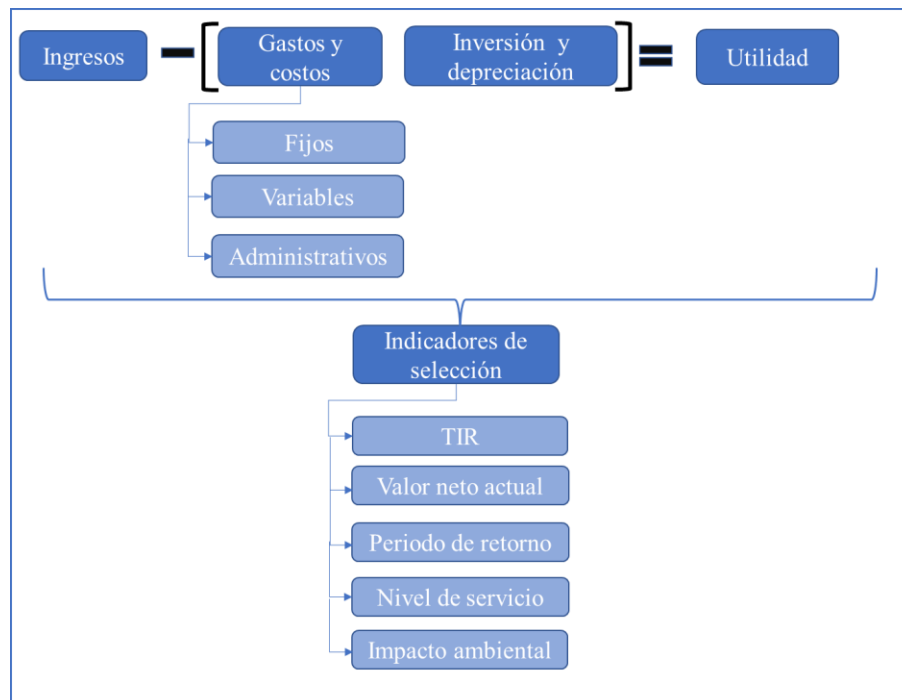


Figura 11. Modelo análisis de la gestión operativa y viabilidad financiera.

Fuente: elaboración autores

6.1. Estructura de ingresos

Los ingresos se generan por la venta del servicio de transporte, que formaliza con un contrato de transporte que se da por hecho al momento del pago del pasaje. Para el caso del transporte público colectivo, la tarifa es determinada por la autoridad ya sea metropolitana o municipal de acuerdo con una política establecida de costos y que es reglamentada anualmente por decreto.

Para las empresas con alimentación al Metro, adicionalmente hay un ingreso que se da por los trasbordos realizados desde, y hacia las estaciones de transferencia.

Para ambos casos, los ingresos están determinado únicamente estableciendo un $P*Q$, en donde P puede ser la tarifa establecida por la autoridad o el pago negociado con la segunda empresa de transporte por la transferencia de usuarios, y Q se establece como la cantidad de usuarios que pagan dicha tarifa.

6.2. Estructura de gastos y costos

En el modelo de transporte público hay gastos fijos y variables y se determinan en función de la variabilidad de estos y si están determinados en volumen por un uso, o si por el contrario se establecen como un canon que se debe pagar de manera indefinida.

- **Costos y gastos fijos.**

Son aquellos gastos en los que se debe incurrir, así el vehículo preste o no preste servicio y se determina su pago, en un canon mensual, o anual diferido a 12 meses, dependiendo del tipo de gasto. Dentro de este se pueden encontrar: seguros, lavado, impuestos y estacionamiento.

- **Costos variables.**

Están determinados por el volumen de uso del vehículo, y se refieren por lo general a costos que son directamente proporcionales a los kilómetros recorridos u horas de operación de los vehículos,

dentro de estos gastos se evidencian: combustible, llantas, aceite y filtración, mantenimiento e imprevistos.

- *Combustible.*

El gasto se ve determinado por la cantidad de combustible que consume el vehículo en su operación normal. La operación esta medida en kilómetros, y el consumo del vehículo en kilómetros/ galón, de esta manera haciendo la relación se logra determinar cuántos kilómetros en un mes hace un vehículo y los galones que debe consumir de acuerdo con la especificación del fabricante. Aplicando el rango de precio determinado por el volumétrico que se negocie con el proveedor del combustible se determinara el gasto en este ítem.

- *Llantas.*

Cada llanta tiene una vida útil en kilómetros recorridos, y cada vehículo de acuerdo con su tipología tiene cierta cantidad de llantas, de esta manera es posible determinar cada cuanto el vehículo debe realizar cambio de llantas, y cuantas llantas debe cambiar. Dentro de este proceso se identifica una práctica llamada reencauche, donde se cambia el encauche exterior de la llanta, dándole una vida útil superior y logrando un ahorro del material necesario para fabricar una llanta nueva completa. Estos reencauches también tienen una vida útil determinada en kilómetros

de uso, y cada llanta, de acuerdo con su tipología, soporta cierta cantidad de procesos de reencauche que determinara el costo del uso de llantas.

○ *Aceite y filtración.*

Los motores deben realizar cambio de aceite y tendido de filtración cada cierto número de kilómetros para garantizar su operación correcta, mantener la viscosidad ideal en las piezas de fricción y garantizar el funcionamiento correcto del motor. Estos cambios de aceite generalmente se miden en kilómetros y se determina un costo por cambio de los filtros y el aceite completo del motor cada que cumple un ciclo de kilometraje completo.

○ *Mantenimiento.*

Las demás piezas móviles del vehículo, como los son amortiguación, chasis, cardan, dirección, entre otros, y las piezas no móviles, como chasis y carrocería, necesitan también mantenimientos extras que se calculan en el uso del vehículo, por lo general hay un costo de mantenimiento asociado a cada cierto ciclo de kilómetros recorridos, explicados en que entre más kilómetros se recorra, en primer lugar, las piezas de desgaste sufran más, y en segundo lugar, las piezas fijas requieran cierta inspección o mantenimiento. Por lo general los proveedores de los vehículos ofrecen este tipo de mantenimiento por un canon mensual que se puede evaluar.

○ *Imprevistos.*

En la operación de transporte público, al tener tantos actores en las vías, es probable que se presenten percances o daños que no estén estructurados dentro del modelo de operación y que, al ser de un valor bajo, no estén cubiertos por el seguro. Es una cifra estimada por experiencia de personas que han trabajado en el sector y que definen un parámetro útil en el cual se pueda tener un recurso en caso de que se presente alguna de estas eventualidades.

● **Gastos administrativos.**

A pesar de que los gastos administrativos pueden ser determinados como gastos fijos, en este caso se define como una tercera categoría del gasto puesto que, dentro del modelo propuesto, la estructura del gasto cambia completamente. Actualmente los propietarios le pagan a la empresa transportadora un canon mensual como administración, pero que no es más que un permiso para operar en las rutas habilitadas por la compañía. En el nuevo modelo, existe un costo de una estructura administrativa que soporta la operación, y que se ve distribuida entre los diferentes vehículos de la empresa como un gasto independiente y que hará que se distribuya de manera más equitativa la administración y que efectivamente haya una estructura administrativa que soporte el trabajo de la compañía bajo ciertos estándares y garantías que hoy no se tienen.

○ *Inversión depreciación de los vehículos.*

Es un factor importante en este sector la inversión inicial para determinar el retorno y para gestionar la renovación de la flota. La norma colombiana (ET Art. 134 de 1989, modificado por la Ley 1819 de 2016) exige que la depreciación para los vehículos de transporte público sea a 15

años, por lo tanto, para efectos de eficiencia en el manejo de los recursos, los vehículos se depreciaran utilizando metodología de línea recta durante los 15 años, afectando de forma positiva el flujo de caja.

○ *Salarios.*

Es una práctica común que en las empresas de transporte los conductores reciban como remuneración un porcentaje de los ingresos percibidos por el vehículo, a través de un convenio entre el propietario del vehículo y el conductor. Lo que implica un riesgo para el conductor en temas de salud (incapacidades, enfermedades o accidentes no cubiertos ni por ARL ni por EPS), como para el propietario (responsabilidad civil como empleador) La reglamentación actual en materia de transporte exige que todos los empleados estén afiliados a la compañía, con sus prestaciones sociales y seguridad social pagadas como trabajador y todos los requisitos de ley cumplidos; como dotación, vacaciones, entre otros, así que este costo puede significar un incremento importante en el costo total de la operación. De igual manera, actualmente cada vehículo tiene un conductor asociado sin limitar la cantidad de horas que este trabaje; cumpliendo con la ley cada conductor debe trabajar máximo 8 horas, entonces para operar un vehículo en un día se puede requerir más de un conductor, incrementando también el costo.

Es importante tener en cuenta que, con el modelo actual, los riesgos tanto para el propietario del vehículo, como para el conductor y los pasajeros es extremadamente alto, no se tiene cobertura de una ARL, el conductor no tiene cobertura de salud, por lo tanto, ante cualquier enfermedad y ante alguna imposibilidad para conducir, perdería los ingresos que estarían de alguna manera garantizados a través de una EPS.

6.3. Inversión y depreciación

En el sector de transporte público la renovación de la flota es un ítem que condicional la calidad en la prestación de servicio, por lo tanto, se debe incluir en el análisis la inversión requerida y la garantía de la adquisición de vehículos al término de la vida útil haciendo correcto uso de la depreciación acumulada para dicho fin.

6.4. Utilidad

La utilidad como resultado de la operación es un indicador del comportamiento de la ejecución real del modelo, se debe comparar en las propuestas a evaluar.

6.5. Indicadores

Estos buscan establecer comparaciones en términos de negociación conocidos por los inversionistas, que entregan información concreta que apoya la toma de decisiones.

- **TIR:** Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0, la aceptación del criterio surge de la comparación entre la TIR y la tasa de expectativa o alternativa/oportunidad (Mete, 2014).
- **Valor Neto Actual:** Cuando se están evaluando proyectos de inversión de construcción de nuevas fábricas hidroeléctricas, hoteles, sistemas de transporte, entre otros, en los cuales el período de maduración del flujo de caja, en el cual el inversionista comienza a ver

retorno, es de más de dos años, el efecto económico por el capital inmovilizado en ese período de tiempo no es despreciable económicamente y debe considerarse en la determinación del VAN o de la TIR. Es necesario apuntar que se plantea como condición necesaria y suficiente para adoptar la decisión de invertir por parte de los patrocinadores del proyecto que el $VAN > 0$. Este criterio se basa fundamentalmente en la opinión de que el saldo positivo del VAN indica que la inversión cumple con el mínimo de ganancias a obtener por el futuro inversionista, la cual trata de garantizar con el valor planteado a la tasa de descuento, que se utiliza para la actualización de los flujos de caja esperado por la inversión, cuando se encuentre en su período productivo (Castro, 2001).

- **Periodo de retorno:** El tiempo exacto que requiere un proyecto para recuperar su Inversión inicial. Se estima a partir de las entradas de efectivo y el flujo de caja. La toma de la decisión de inversión se basa en un criterio: si el periodo de recuperación es menor que el periodo de recuperación máximo aceptable, aceptar el proyecto, de lo contrario, rechazar (Canales, 2015).
- **Impacto ambiental:** Para que se valoren los impactos ambientales de un proyecto, se debe identificar y medir cuales son dichos impactos. Los impactos ambientales a menudo son amplios en el tiempo, es decir, es difícil saber a futuro como impactara en el ambiente algún proyecto y por tanto es complejo definir la causa y el efecto de los fenómenos ambientales. Muchas veces lo complejo de un impacto ambiental depende de muchos factores a la vez, lo que complica aún más el análisis de los posibles impactos ambientales de los proyectos. Para el modelo propuesto, se usará el impacto que puede

generar en la calidad del aire varios factores, en primer lugar, la disminución en el parque automotor debido a la racionalización que se realizaría en el modelo operativo propuesto, y en segundo lugar, la renovación de los vehículos pasando de tecnología Euro a Euro IV que es significativamente menos contaminante. Se medirá la reducción de emisiones en toneladas de CO₂ emitidas, que son las partículas contaminantes para el aire (Donateo et al., 2015).

- Nivel de servicio: Tal como se anota en el diagnóstico, el servicio es un tema que cobra una importancia inmensa para ofrecer al ciudadano un servicio de transporte público que sea atractivo. Como lo mencionan Anguita, Duarte y Florez, (2014) las principales características de esta calidad es la puntualidad y la frecuencia. Adicionalmente el estudio de Sanchez y Romero (2010) igualmente mencionado en el diagnóstico, expone las características que evalúan los usuarios de la prestación del servicio: la forma de manejo del conductor, la tarifa, el tiempo de viaje y el trato al usuario. Y como lo mencionan Quintero y Quintero (2016) las principales características que buscan los ciudadanos en el servicio de transporte público son calidad y cantidad del servicio prestado, velocidad, seguridad, índices de contaminación ambiental y consumo energético. Se evidencia en los autores mencionados la cantidad o frecuencia del servicio como un punto crítico y es por ello que se posiciona el nivel de servicio, definido como “Cantidad de minutos en promedio que un pasajero debe esperar para abordar el transporte”, como un indicador crítico para la elección de los escenarios evaluados. Es importante tener en cuenta que el nivel de servicio puede ser tan bajo, como se quiera, pero una operación más constante

acarreará costos muchos más altos, y será difícil encontrar un margen financiero. Por lo tanto, se debe encontrar un equilibrio en el cual, el inversionista reciba un retorno interesante por su capital, y que el usuario tenga un nivel de servicio adecuado a su expectativa. Según las prácticas tradicionales de las compañías de la alianza UT TIO, y basándonos en la experiencia de estas, se determinan niveles de servicio aceptables aquellos con promedio de 17 minutos en horas pico y 20 en hora valle.

7. Aplicación del modelo propuesto

Para hacer el análisis respectivo se realizará la evaluación de 3 modos de operación, el primero es la situación actual, el segundo y tercero corresponden a dos propuestas para ser comparadas con la operación actual y entre sí, buscando la mejor propuesta. Para cada uno de los modos de operación se revisará de manera paralela oferta, ingresos, los costos y gastos, la utilidad y el nivel de servicio.

El primero corresponde a la operación actual, teniendo en cuenta que esta operación no cumple con los estándares exigidos por la autoridad y que se realiza de manera empírica tanto en su planeación como en su ejecución y que existe reglamentación que exige el cambio de modelo. El segundo evaluará una propuesta con vehículos de 19 pasajeros, similares a los vehículos que operan hoy en día, cumpliendo con la reglamentación establecida, por último, una propuesta que cumpla con lo regulado por la autoridad, pero ahora con vehículos de 30 pasajeros.

7.1. Modo de operación actual

Actualmente la operación se presta con 265 vehículos con capacidad para 19 pasajeros cada uno, y la distribución de despachos y rutas se hace de manera independiente por cada empresa, generando ineficiencias en la operación y sobrecupo en algunos casos, o haciendo que la operación no tenga la frecuencia necesaria para atender la demanda en otros casos.

7.2. Comparación de datos técnicos entre la operación actual y las operaciones propuestas con vehículos de 19 y 30 pasajeros

Antes de visualizar los ingresos, se debe determinar la oferta que se va a realizar, y esta oferta se buscará estar ajustada a la demanda previamente pronosticada en el análisis de demanda realizado. Esta oferta está determinada por la frecuencia que se entregará en cada una de las rutas, y dicha frecuencia se debe asociar a la cantidad de usuarios por hora que tiene cada una de las rutas. Es importante apuntar que, en la operación actual, la oferta no está determinada técnicamente por una variable volumétrica y definida por un plan de rodamiento de acuerdo con la demanda, sino que se hace de acuerdo con factores como la disponibilidad de vehículos, la cantidad de conductores disponibles e incluso la cantidad de usuarios que se ven en el camino. En las operaciones propuestas, se cumple con la determinación de la autoridad, cumpliendo en términos de frecuencias mínimas para garantizar el servicio y en términos de capacidad, para asegurar que los vehículos no circulen con sobrecupo. De esta manera cada modo de operación tendría una oferta determinada de la siguiente manera (tabla 7):

Tabla 7. Indicadores de Oferta

ITEM	MODO DE OPERACIÓN ACTUAL	MODO PROPUESTO 19 Pasajeros	MODO PROPUESTO 30 Pasajeros
Pasajeros mensuales promedio	1,128,896	1,128,896	1,128,896
IPK Total	2.06	0.75	1.12
Viajes totales	1,406	2,444	1,648
Rutas	28	28	28
Nivel de Servicio (Minutos de espera en la ruta)	22	12.4	18.3
Nivel de servicio promedio en hora pico	15	10.9	16.8
Nivel de ocupación en hora pico	116%	100%	100%
Pasajeros por vehículo	4,260	4,325	6,602

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores

7.2.1. Ingresos por vehículo por cada propuesta de operación.

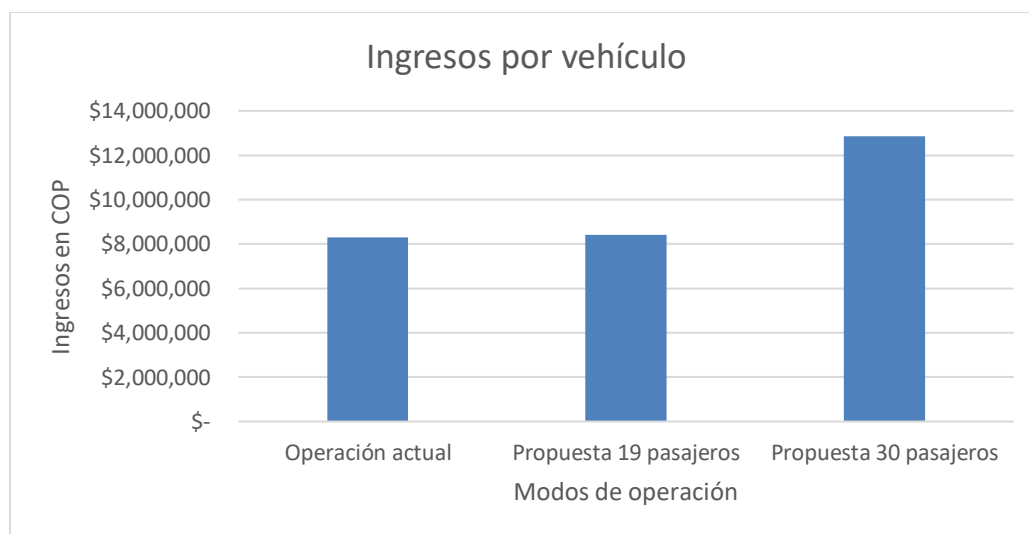
Teniendo en cuenta la operación actual, una primera propuesta de prestación del servicio con vehículos de 19 pasajeros, y una segunda propuesta con vehículos de 30 pasajeros, los ingresos por unidad transportadora se verían distribuidos de forma diferente. De esta manera, en la tabla 8, se presenta la cantidad de vehículos que circularían en cada modo de operación, mientras en la gráfica 7, se ilustran los ingresos que tendrían cada uno de los vehículos de acuerdo con esa distribución.

Tabla 8. Cantidad de vehículos por modo de operación.

Vehículos por cada modo de operación	
Operación actual	265
Propuesta 19 pasajeros	261
Propuesta 30 pasajeros	171

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores



Gráfica 7. Ingresos por vehículo.

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores

En este punto es importante aclarar, que los ingresos no varían de operación a operación, son exactamente los mismos, que ya están determinados por la demanda pronosticada, y que se distribuyen entre diferente cantidad de vehículos. Al tener menos vehículos en la propuesta de 30

pasajeros de capacidad, la distribución va a ser mayor y el share de ingresos va a ser mayor por unidad transportadora.

7.3. Costos y gastos

Para los costos y gastos en la operación actual, se promediaron los gastos entregados por cada una de las compañías en dichos ítems (Ver anexo 2 y 3)

7.3.1 Costos fijos por vehículo.

Los costos fijos por vehículo son muy cercanos en cada modo de operación debido a que los seguros, así como el costo de lavado y estacionamiento son el mismo por cada vehículo independiente de la tipología que tiene. Sin embargo, al hacer economía de escala con compras por volumen, es posible encontrar un ahorro en la compra de seguros que se puede evidenciar en el costo fijo total. Se asumen dichos ítems como costos, porque están relacionados directamente con el objeto social de las compañías de transporte público.

Tabla 9. Costos Fijos por vehículo

Ítem	Operación actual	Propuesta 19 pasajeros	Propuesta 30 pasajeros
Costos fijos por vehículo	\$ 769,858	\$ 733,784	\$ 733,784

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores

7.3.2. Costos variables por vehículo.

En cuanto a los costos variables, al compartir tipología de vehículo en la operación actual con la propuesta de 19 pasajeros, la diferencia del costo unitario solo varia un poco en términos del volumen por escala, sin embargo, al operar por más kilómetros los vehículos en la propuesta, cumpliendo con la regulación, los costos se incrementan. Por otro lado, los costos en la propuesta de 30 pasajeros son más altos unitariamente, debido a que los vehículos son más grandes, y consumen más recursos para operar, sin embargo, esto se ve compensado con la menor cantidad de kilómetros que tienen que recorrer para satisfacer la demanda actual.

Tabla 10. Costos variables por vehículo.

Ítem	Operación actual	Propuesta 19 pasajeros	Propuesta 30 pasajeros
Costos variables por km	\$ 963	\$ 893	\$ 1,023
Total variable mensual	\$ 2,453,599	\$ 5,171,243	\$ 6,048,338

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores

7.3.3. Gasto administrativo.

Como se explicó anteriormente, en la operación actual el propietario del vehículo paga un canon mensual para poder operar en la ruta, con las propuestas, se genera una estructura administrativa que garantice la operación y correcto funcionamiento de la empresa, y el costo se divide por la cantidad de vehículos de forma equitativa, de esta manera cada uno paga un canon fijo mensual para sostener la estructura de la compañía.

Tabla 11. Gastos administrativos por vehículo.

Ítem	Operación actual	Propuesta 19 pasajeros	Propuesta 30 pasajeros
Estructura administrativa	\$ -	\$ 142,921,959	\$ 142,921,959
Administración empresa por vehículo	\$ 1,500,000	\$ 547,594	\$ 835,801

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.
Elaboración: autores

7.3.4. Costo de salarios.

Como se mencionó anteriormente, se tiene en cuenta la cantidad de horas que debe operar cada vehículo y se suma el total de la compañía para definir cuántos operadores se necesitan para conducir los vehículos, llegando a una cifra y con un salario fijo ya establecido. Es importante apuntar que, dentro de las propuestas de 19 y 30 pasajeros, se incluyeron las prestaciones sociales y la seguridad social, situación que no tiene la operación actual.

Tabla 12. Costos de salario por vehículo.

Ítem	Operación actual	Propuesta 19 pasajeros	Propuesta 30 pasajeros
Tiempo de operación (horas)	2,795	2,687	1,801
Cantidad de conductores	215.0	335.9	225.1
Horas laboradas por conductor	13	8	8
Conductores por vehículo	1.00	1.29	1.32
Salario	\$ 1,064,996	\$ 2,390,640	\$ 2,390,640
Costos salario	\$ 1,064,996	\$ 3,076,461	\$ 3,147,326

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.
Elaboración: autores

7.4. Inversión y depreciación

El costo de los vehículos en el modo de operación actual y en la propuesta de 19 pasajeros, es el mismo; en el modo de operación propuesto con 30 pasajeros el costo incrementa, ya que es una tipología de vehículo mas grande como se mencionó anteriormente, lo que hace que la depreciación en línea recta aplicada también incremente los costos mensuales.

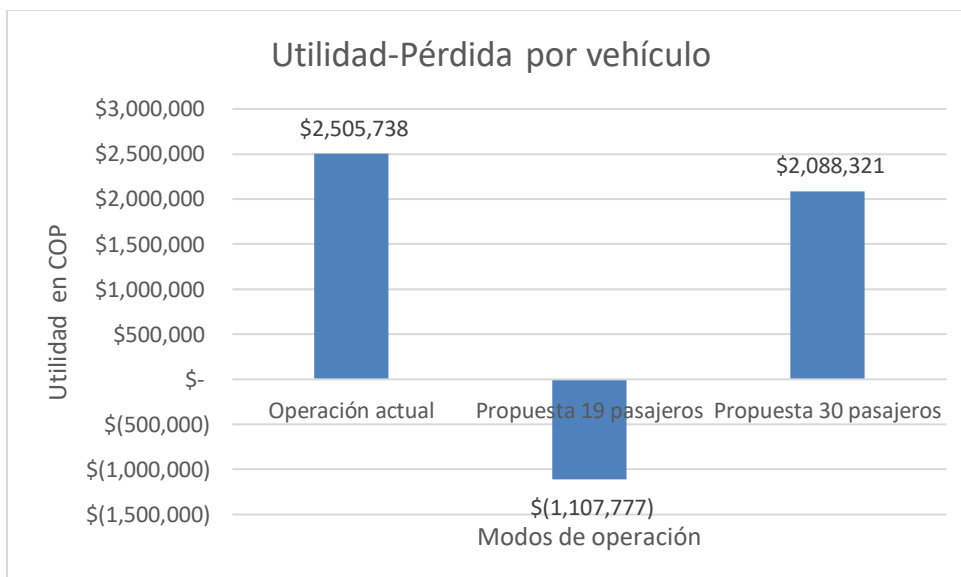
Tabla 13. Inversión por vehículo.

Ítem	Operación actual	Propuesta 19 pasajeros	Propuesta 30 pasajeros
Vehículo	\$ 190,000,000	\$ 190,000,000	\$ 230,000,000
Cupo	\$ 100,000,000	\$ -	\$ -
<i><u>Inversión</u></i>	<i><u>\$ 290,000,000</u></i>	<i><u>\$ 190,000,000</u></i>	<i><u>\$ 230,000,000</u></i>

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.
Elaboración: autores

7.5. Utilidad de cada modo de operación

Teniendo en cuenta los ingresos y los gastos visualizados y detallados anteriormente, y realizando simplemente la operación consecuente, se llega a la utilidad total por cada vehículo, lo que representaría el retorno mensual que entregaría cada unidad operativa, para cada modo de operación, es importante apuntar que el ingreso total es el mismo para los 3 casos, ya que la demanda no se vería modificada en ninguna manera por el modo de prestación de servicio seleccionado. En la gráfica 8, se ilustra la utilidad o pérdida asociada a cada modo de operación.



Gráfica 8. Utilidad-Perdida mensual en operación por vehículo.

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.
Elaboración: autores

7.6. Nivel de servicio

Con el objetivo de medir el nivel de servicio, y conocer en qué circunstancias quedaría la prestación del servicio para cada uno de los modos de operación, se utilizaron dos variables, en primer lugar, la espera promedio del pasajero en hora valle para tomar un vehículo, y la espera

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117

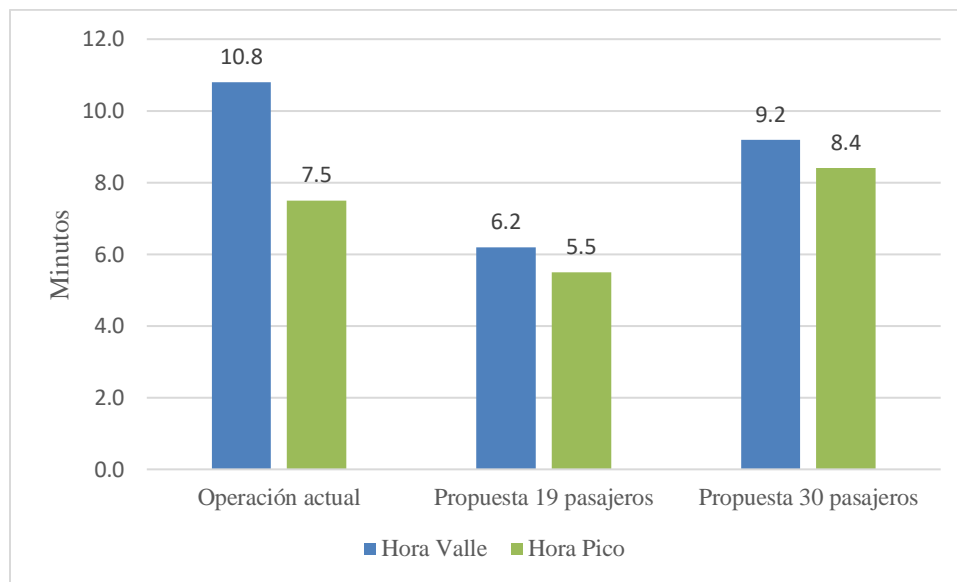
Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33

Correo electrónico: posgradoseconomicas@udea.edu.co

Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>

Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

promedio en hora pico. Esto implicaría el tiempo en minutos que una persona debe esperar en promedio, para que un vehículo pase a recogerlo; de esta manera medir el nivel de servicio en términos de minutos que deben esperar los usuarios bajo cada uno de los modos de operación.



Gráfica 9. Minutos de espera por pasajeros.

Fuente: Alianza UT TIO (2019) para modo actual y autores para propuestas.

Elaboración: autores

8. Selección de la mejor alternativa

La propuesta de prestación del servicio con vehículos de 19 pasajeros queda descartada, porque da pérdida en la operación, sin tener en cuenta la inversión necesaria. Por otro lado, la operación actual debe quedar descartada también ya que no cumple con las reglamentaciones vigentes tanto en el ámbito de transporte, como administrativo y laboral, por lo tanto, la proyección se realizará con la propuesta de vehículos para 30 pasajeros. Es positivo en todos los aspectos, en el financiero, los ingresos generan una utilidad contra la operación importante, adicional, el nivel de servicio mejor al comparar con el modo de operación actual, a pesar de que no es mejor que el servicio prestado con vehículos de menor capacidad, el tiempo de espera sigue siendo prudente para una operación urbana, y a pesar de que los costos por vehículo en materia unitaria son mayores, debido al cambio en la tipología del vehículo, el hecho de que deben operar con menos frecuencia hace que los costos variables disminuyan y que de esta manera se optimice el uso de recursos para la prestación del servicio. Los indicadores financieros se le aplicaran únicamente a la alternativa 3, ya que como se menciono anteriormente, la alternativa actual es jurídicamente inviable debido a las falencias legales y jurídicas en el modo de operar y administrar la operación, mientras que la opción de vehículos nuevos de 19

pasajeros, con la utilidad negativa, va a mostrar tanto una VAN como una TIR negativa, y no va a existir de ninguna forma retorno de la inversión.

8.1. Proyección costos-ingresos del proyecto

Conociendo el histórico de datos de movilización de pasajeros, se empleó un modelo estadístico que permitiera pronosticar la estacionalidad de la demanda y disminuyera el error (MAPE), y al tener una operación ajustada a la demanda, que permitiera realizar un presupuesto realista del flujo de caja del proyecto por medio de un suavizamiento exponencial triple, también llamado Método de Holt-Winter (HWA, ampliado en el anexo 1.).

8.2. Inversión inicial

El vehículo Hino FCJ9G, de 30 pasajeros, con carrocería Marcopolo, tiene un costo individual, en el concesionario de Praco Didacol para el año 2019, de \$230'000.000 por unidad, incluyendo el descuento de negociación por volumen para un total de 171 unidades. Por lo tanto, la inversión total, sería de \$39.330'000.000. Para efectos del proyecto, esta inversión se realizaría con recursos propios, ya que una financiación externa afectaría fuertemente el flujo de caja e impediría que la utilidad fuera la máxima posible, sin embargo, el modelo admite revisar financiación teniendo en cuenta que va a disminuir el retorno de inversión.

8.2.1. Financiación

Por medio de la Resolución Metropolitana número 0348 de 2012 de la ciudad de Medellín, se dictaminaron los valores bajo los cuales es posible realizar chatarrización de vehículos de transporte público, y como con estos recursos se puede realizar renovación de flota propia que permita impactar de forma positiva en el servicio y temas ambientales como la contaminación. Dicha resolución dicta un reembolso de \$123'308.000 por cada microbús que salga de operación y no vuelva a ingresar a circulación. Dicho fondo de chatarrización se podrá utilizar como fuente principal de financiación, generando por un total de 94 vehículos que saldrían de circulación en el modelo de vehículos de 30 pasajeros, un capital de \$11.590'952.000. Utilizando este apalancamiento que brinda el Estado, la inversión que deben realizar las compañías para la compra de los nuevos vehículos tendría un orden de \$27.739'048.000.

Analizando posibilidades de financiación para dicho capital, se plantean diferentes portafolios de Project Finance, de algunas compañías como GNB Sudameris, o Leasing Bancolombia; eligiendo por tasa se propone la opción de Bancolombia, que tiene una TNM de 0,65% al financiar el 20% de un proyecto de inversión, bajo este escenario se obtiene una rentabilidad positiva que puede generar en los inversionistas a un alivio al momento de iniciar el proyecto.

8.3 Indicadores financieros

Gracias a la estructuración financiera realizada, se seleccionan indicadores que permitan medir la calidad del proyecto para posibles inversionistas; como sería el retorno de la inversión y

que utilidad puede tener el proyecto de acuerdo con el escenario proyectado. Para la proyección financiera, se utilizó un impuesto de renta de 33% que es el que actualmente rige en Colombia.

TIR.

La Tasa interna de retorno para el proyecto es del 8%, un indicador que se puede determinar como promedio para proyectos de transporte en Latinoamérica, aun teniendo en cuenta, que los proyectos de transporte masivo han fracasado a nivel nacional, por lo tanto, es una tasa para el inversionista dentro del margen esperado y que puede ser atractiva para las personas que deseen invertir su capital en el negocio.

Valor neto actual.

Utilizando una tasa de descuento de 5%, que es el mínimo que se utiliza para proyectos de este tipo en el mundo, el valor neto actual del proyecto sería de \$11.877'944.366, un valor muy atractivo en caso de que se desee implementar el proyecto y negociar la operación con un tercero, entregando un retorno importante para los desarrolladores y negociadores del proyecto.

Periodo del retorno de la inversión.

El periodo en el cual se realizaría el retorno de la inversión sería el onceavo periodo, por lo tanto, es un proyecto a largo plazo, que requiere que los inversionistas sean pacientes, y tengan musculo financiero para soportar una operación durante este tiempo sin recibir ningún tipo de retorno o utilidad.

8.4 Impacto Ambiental

La reducción de vehículos circulando debido a la mejor operatividad y al funcionamiento del sistema completo, así como el cambio de vehículos viejos por vehículos nuevos con tecnología Euro V en los motores hace que el impacto ambiental que se genere con la nueva operación sea muy positivo.

De acuerdo con la Ley 1083, (Congreso de la República de Colombia, 2006) “por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones”; a partir del 1° de enero del año 2010, toda habilitación que se otorgue a las empresas para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros con radio de acción metropolitana, distrital o municipal, se hará bajo el entendido de que la totalidad de vehículos vinculados a las mismas funcionará con combustibles limpios.

El cambio de combustible de vehículos Diésel Sin tecnología Euro a Euro V, en una relación 1:1, debido a la mejora en la calidad del aire gracias a la disminución de contaminantes en el aire, deja beneficios al sector salud por tratamientos de enfermedades respiratorias de 7.230 USD al año (Mena et al., 2012), al ser un cambio de vehículos, de 1,5:1, y al ser 171 vehículos, se identifican beneficios para el sector salud con la entrada en operación del proyecto de U\$1'95.950 USD/año.

9. Plan de Implementación

Para la implementación del nuevo modelo, se propondrá un plan de 5 Fases a través del cual se busca que las compañías logren la integración necesaria y consigan iniciar la operación de la forma propuesta en esta consultoría. Se expone en la figura 12 el cronograma de las etapas propuestas en el plan.

Cronograma de Implementación																							
Fecha	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	Ene-22				
Etapa 1	Socialización					Colchón																	
Etapa 2	Infraestructura																						
Etapa 3	Integración Administrativa																						
Etapa 4							Sabaneta- Sur	Sabaneta- Norte	Envigado Sur	Envigado -Norte													
Etapa 5																	Pruebas		Inicio operación				

Figura 12. Ubicación infraestructura de estacionamientos disponible
Elaboración: autores

Etapa 1: Socialización de la nueva estructura.

Consta de 4 meses a partir de la autorización de la junta directiva del TIO para iniciar, las fechas propuestas son del 1 de agosto al 30 de noviembre del 2020.

Es importante que los propietarios de los vehículos conozcan el nuevo modelo de operación, y tengan presente como va a funcionar, por lo tanto, se hace necesario un proceso de socialización

en el cual se concientizara a todos los interesados sobre la necesidad del cambio y la forma como se realizara. De igual manera se deben intervenir cada una de las 4 compañías actuales y buscar la forma en que las estructuras administrativas queden integradas en la nueva estructura administrativa

Etapas 2: Implementación de Infraestructura.

Consta de 3 meses, y se puede hacer en paralelo con la etapa 1, por lo tanto, va del 1 de agosto al 31 de octubre del 2020.

Actualmente se cuenta en la alianza TIO con 3 patios o zonas de estacionamiento, 2 de las cuales cuentan con talleres para intervenciones preventivas y correctivas a los vehículos. Dichos patios se continuarán utilizando en la operación propuesta, y están distribuidos de manera que puedan tener acceso cercano a la operación por si es necesario en algún momento intervenir un vehículo que sale de operación.

En figura 13, se puede ver la ubicación de la infraestructura de estacionamiento (1, 2, 3) y mantenimiento (1, 3).



Figura 13. Ubicación infraestructura de estacionamientos disponible

Fuente: mapa estándar Google Maps, 2019.

Cabe anotar que no es necesario capacitar personal en el mantenimiento de los nuevos vehículos, ya que, en el contrato con el proveedor, por un FEE o canon mensual, el mismo proveedor se encarga de los mantenimientos de los vehículos. De igual manera se genera una provisión mensual, que se le paga al mismo proveedor para los mantenimientos correctivos.

Etapas 3: Integración Administrativa.

Consta de 5 meses, y se puede hacer en paralelo con la etapa 1, por lo tanto, va del 1 de julio al 30 de noviembre del 2020. Con una Fase inicial en la que se realizará la evaluación y

contratación de personal, y luego una fase final en la que se iniciará operación administrativa. La fase inicial durara 2 meses y la fase final 3.

Se utilizará un solo edificio para mantener el área administrativa de la compañía, ubicada en la carrera 46a 49sur-49 en municipio de Envigado-Antioquia, donde actualmente opera la empresa Coostrasenvi ya que es una infraestructura completa y con características adecuadas para el personal que se requiere.

Etapa 4: Implementación por Rutas

Las rutas se comenzarán a implementar en enero del 2021 y tomará hasta agosto del mismo año, de manera gradual como se expone en la tabla 14, con metas trimestrales de reemplazo de vehículos y rutas intervenidas.

Con el objetivo de normalizar la operación, se dividirá la cuenca 5 en 4 partes, Envigado Norte-Sur y Sabaneta Norte-Sur. De esta manera se intervendrán por zonas las operaciones haciendo más fácil, primero para la comunidad acostumbrarse a las nuevas frecuencias, y segundo para que los conductores y demás personas que participan en la operación tengan claro el funcionamiento.

Tabla 14. Implementación por rutas

Fecha	ene-21	mar-21	may-21	jul-21
Vehículos por reemplazar	34	42	34	51
Rutas por intervenir	5	7	5	11
Sector	Sabaneta Sur	Sabaneta Norte	Envigado Sur	Envigado Norte

Elaboración: autores

Etapas 5: Etapa de operación plena.

Iniciaría en enero de 2022, y sería a partir del momento en el cual se da como iniciada la operación del proyecto. Inicialmente tiene los meses de octubre a diciembre del 2021 para realizar el paso de pruebas a operación para realizar cualquier ajuste que se considerara necesario. En dicha etapa se les hará seguimiento a los indicadores financieros y de operatividad para mantener actualizada dicha información y tener la capacidad de tomar decisiones que impacten positivamente los resultados de la compañía y que ayuden a llegar a las metas trazadas en esta consultoría.

10. Conclusiones y recomendaciones

La operación actual se sirve de algunas malas prácticas tomadas del servicio tradicional para generar utilidades, situación que las compañías deben cambiar debido a la rigurosidad en la nueva normativa tanto laboral como de transporte.

Se identifican vehículos sobrecargados en hora pico gracias a la información recogida, así como una distribución ineficiente de la capacidad de la flota de acuerdo con la demanda generada en las rutas, situación que es posible remediar con una buena planeación operativa y con la unificación del servicio.

Nuevos modelos implican grandes inversiones, pero con un trabajo juicioso de operación, prestación de servicio, y atención a la demanda de manera adecuada, es posible que se le entregue utilidad al operador.

Se hace necesario la implementación de estos modelos administrativos y de operación, puesto que permiten, en primer lugar, una operación mucho más segura, con conductores cumpliendo horarios de acuerdo con lo establecido por la ley, vehículos menos contaminantes, así como servicios estables para los usuarios. A pesar de que el nivel de servicio se puede ver disminuido por las frecuencias, una regularidad estable durante el día, situación que no se tiene actualmente, cumpliría con las exigencias de los usuarios del transporte.

Las economías de escala, así como la operación unificada, le permiten a las empresas reducir costos y aumentar eficiencias de manera importante, impactando de forma positiva tanto los indicadores de operación como los indicadores financieros del modelo de transporte, haciendo que se vuelva un sector atractivo para el inversionista y acabando con malas prácticas

que ponen en riesgo, no solo la compañía, sino también el pasajero, peatón y conductor por situaciones indeseadas, como la guerra del centavo, o la competencia desleal.

Es importante la implementación de los nuevos modelos de gestión operativa, puesto que, con el modelo afiliador, la empresa se desprende de toda responsabilidad de generar valor para los propietarios de los vehículos, y se interesa únicamente en recibir su canon de administración, permitiendo malas prácticas en la operación. Con el nuevo modelo, la compañía se hace responsable ante los propietarios, que pasarían a ser accionistas, de generar utilidad y entregar un retorno de la inversión viable y representativo para todos.

A nivel ciudad es importante implementar un plan que “aplane” las horas pico. Es muy complejo para cualquier sistema de transporte e infraestructura vial, que el 30% de los viajes, se presente en dos momentos puntuales del día, lo que sobrecarga el sistema, y obliga a tener una capacidad instalada para suplir la demanda en esas horas y quedaría inutilizado el resto del tiempo. Por lo tanto, los planes de horarios flexibles para trabajadores, subsidios para transporte en horas de menos demanda, entre otras, se deben aplicar para disminuir el pico que se genera en dichos periodos de tiempo.

El modelo de integración propuesto, es viable para replicarlo en otras cuencas de la ciudad de Medellín, así como en otras ciudades de Colombia, sin embargo el punto mas crítico, que es el análisis de la demanda, debe ser muy juicioso y preciso y se debe definir con mucha claridad, y como bien es sabido, debe variar de una zona a otra por lo tanto se debe centrar suficiente esfuerzo en determinar como el modelo va a suplir de manera eficiente esa demanda que existe

en el área de influencia del sistema de transporte, y como los ingresos generados por la satisfacción de dicha demanda, compensan los costos, gastos y el retorno de la inversión.

11. Referencias

- Alonso, J. C., & Arcila, A. M. (2013). Empleo del comportamiento estacional para mejorar el pronóstico de un commodity: El caso del mercado internacional del azúcar. *Estudios Gerenciales*, Vol. 29, pp. 406–415. Recuperado de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0123592314000771?token=2F797200BB623EFAE9FED1CB53DE951A0B03CB52065594291FCF4204EEB487B53CC25C6C95CD11F1DC10AF2CC7BA6DF4>
- Anguita, F., Duarte, B., & Flores, S. (2014). Situación actual del transporte público urbano: la visión de las empresas operadoras. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 20(1), 16–22. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252313000580>
- Arboleda, G. (2013). *Proyectos. Identificación, formulación, evaluación y gerencia* (2a ed.). Bogotá D.C., Colombia: Alfaomega colombiana.
- Attias, D., & Mira, S. (2016). The automobile revolution: Towards a new electro-mobility paradigm. En D. Attias (Ed.), *The Automobile Revolution: Towards a New Electro-Mobility Paradigm* (1a ed., pp. 49–65). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45838-0>
- Báez, P. A. (2012). *Diseño de una metodología para la gestión administrativa de la caja común en empresas de servicio de transporte de pasajeros urbanos caso: Compañía de transportes Guadalajara S.A.* (Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10644/3112>
- Behrens, W., & Hawranek, P. M. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad*

industrial (1a ed.). Viena, Austria: Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial.

Bernal, J. (2015). *Lineamientos para el diseño conceptual y puesta en marcha de la etapa pre-operativa en los componentes operacional y de imagen de los SETP en ciudades amables- Estudio de caso para una denominada ciudad amable del país* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/51139/>

Canales, R. (2015). Criterios para la toma de decisión de Inversiones. *REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 3(5), 101–117.
<https://doi.org/10.5377/reice.v3i5.2022>

Castro, M. (2001). El Valor Actual Neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. (Spanish). *Economía y Desarrollo*, 128(1), 180–194. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006

Chain, N. S. (2011). *Proyectos de inversión: formulación y evaluación* (2a ed.). Santiago de Chile, Chile: Pearson.

Chase, R., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones* (10a ed.). México D.F., México: McGrawHill.

Congreso de la República de Colombia. (2006). *Ley 1083 de 2006*. 1–3.

CONPES 3167, Política para emjorar el servicio de transporte público urbano de pasajeros. (2002). Bogota D.C. 23 de mayo.

CONPES 3260, Política nacional de transporte urbano y masivo. (2003). Bogota D.C. 15 de diciembre.

- Contreras, A., Atziry, C., Martínez, J., & Sánchez, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. *Estudios gerenciales*, 32, 387–396. Recuperado de <https://pdf.sciencedirectassets.com/287546/1-s2.0-S0123592316X00058/1-s2.0-S0123592316300754/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjECsaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIDlriDvg0GKaWbonwb7mG5nN0RPkXlyJHAiPh0MfGAbAAiEAlZfgiA%2BLhcrDU6iQygriM%2B0dsG3NL0DKjP3msJ6U>
- Delgadillo, O., Ramírez, P. P., Leos, J. A., Salas, J. M., & Valdez, R. D. (2016). Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México. *Acta Universitaria*, 26(3), 23–32. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v26n3/2007-9621-au-26-03-00023.pdf>
- Donateo, T., Licci, F., D'Elia, A., Colangelo, G., Laforgia, D., & Ciancarelli, F. (2015). Evaluation of emissions of CO₂ and air pollutants from electric vehicles in Italian cities. *Applied Energy*, 157, 675–687. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.089>
- Galindres, D., Soto, J., & Estrada, S. (2018). ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS APROPIADAS A TRAVÉS DE UN MODELO MULTI OBJETIVO PARA UN SISTEMA BRT APPROPRIATE FREQUENCY ALLOCATION FOR A BRT SYSTEM THROUGH A MULTI OBJECTIVE MODEL This article addresses the search for adequate frequencies of bus dispatching in. *Revista EIA*, 13(26), 141–152. Recuperado de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/743/1020>
- Garau, C., Masala, F., & Pinna, F. (2015). Benchmarking Smart Urban Mobility: A Study on

- Italian Cities. En O. Gervasi, B. Murgante, S. Misra, M. Gavrilova, A. Alves, C. Torre, ... B. Apduhan (Eds.), *Computational Science y sus aplicaciones - ICCSA 2015*. (Vol. 9156, pp. 612–623). https://doi.org/DOI: 10.1007/978-3-319-21407-8_43
- García, R. (2011). Revisión de los elementos teórico-conceptuales en torno a la cooperación interfirma e interorganizacional. *Análisis Económico*, 26(62), 185–208. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41319914010>
- Gomez, A. G., & Sánchez, G. (2016). Aplicación de funciones de distribución continuas para modelar la demanda de pasajeros en una línea de tren ligero. *Contaduría y Administración*, 61(1), 159–175. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.002>
- Gota, S., & Mejia, A. (2018). Co-benefits of Urban Transport. En M. Sethi & J. Puppim (Eds.), *Mainstreaming Climate Co-Benefits in Indian Cities: Post-Habitat III Innovations and Reforms* (1a ed., pp. 145–167). Gateway East: Springer Nature Singapore.
- Gutierrez, M. L., Varano, C., Cardona, D., Giraldo, M. L., & Gutiérrez, S. (2018). Desarrollo de metodología para medición de satisfacción en sistemas de transporte público multimodales. *XX Congreso latinoamericano de transporte público y urbano. Innovando para representar el transporte urbano.*, 255–265. Recuperado de <http://www.camilonemo.com/assets/images/research/dataVisualization/plataformaGestionTrasito/LibroCLATPU2018.pdf>
- Han, Z., Pan, Q., & Yang, B. (2013). Research on the Urban Public Transport Route Accounting System Zhike. En W. Du (Ed.), *Informatics and Management Science I* (1a ed., pp. 421–428). <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4802-9>

- Harvey, H., Orvis, R., Rissman, J., O'Boyle, M., Busch, C., & Aggarwal, S. (2018). Urban Mobility Policies. En *Designing Climate Solutions* (pp. 173–198).
https://doi.org/10.5822/978-1-61091-957-9_10
- Hernandez, A. P., & Zapata, G. J. (2015). Vinculaciones interempresariales colaborativas en contextos bajo red. Estudio de caso en organizaciones pertenecientes al sector de maquinaria pesada. Barquisimeto,. *Vision gerencial*, 14(1), 89–118. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545898005>
- Ieda, H. (Ed.). (2010). Development and Management. En *Sustainable Urban Transport in an Asian Context* (1a ed., pp. 277–335). Tokio: Springer.
- Janasz, T. (2018). PART II Digital Technologies and Business Model Innovations for Urban Mobility. En *Paradigm Shift in Urban Mobility: Towards Factor 10 of Automobility* (1a ed., pp. 67–194). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Jiang, W., Wu, X., Gong, Y., Yu, W., & Zhong, X. (2020). Holt-Winters smoothing enhanced by fruit fly optimization algorithm to forecast monthly electricity consumption. *Energy*, 193, 1–8. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116779>
- Karim, D. M. (2017). Creating an Innovative Mobility Ecosystem for Urban Planning Areas. En G. Meyer & S. Shaheen (Eds.), *Disrupting Mobility - Impacts of Sharing Economy and Innovative Transportation on Cities* (1a ed., pp. 21–47). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51602-8>
- Karolys, D. (2017). *Modelo de gestión de sistema de caja común para transporte interprovincial. Caso de estudio: Transporte Occidental* (Tesis de Maestría, Pontificia

- Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13178>
- Keil, T. (2000). Strategic Alliances – A review of the state of the art. *Working Paper Series* 2000, 10.
- Larson, A. (1992). Network Dyads in Entrepreneurial Settings: A Study of the Governance of Exchange Relationships. *Administrative Science Quarterly*, 37(1), 76.
- Makridakis S, Wheelwright SC, H. R. (1998). Forecasting: Methods and Applications. *Journal of the Operational Research Society*, 94(445), 1–632. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/52008212_Forecasting_Methods_and_Applications
- Mena, M., Oliva, E., Saide, P., Spak, S. N., de la Maza, C., Osses, M., ... Molina, L. T. (2012). Estimating the health benefits from natural gas use in transport and heating in Santiago, Chile. *Science of the Total Environment*, 429, 257–265. Recuperado de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712005694?via%3Dihub>
- Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: su utilidad como herramienta para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67–85. Recuperado de
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006
- Ministerio de Transporte. (1998). *RESOLUCION 4350 Dic 31/98*. Recuperado de
<https://amco.gov.co/Archivos/Articulos/Documentos/00000850.pdf>
- Miranda, J. J. (2010). *Gestión de Proyectos* (6a ed.). Bogota D.C., Colombia: MM Editores.

- Pin, J., & Díez, I. (2002). Outsourcing de Recursos Humanos. *IESE Business School - Universidad de Navarra*. Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/OP-03-4.pdf>
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (6a ed.). Pennsylvania, EEUU: Newtown Square.
- Quintero, J. R., & Quintero, L. E. (2016). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. *Ingeniería y Región*, 14(2), 87. Recuperado de <https://www.journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/696>
- Ruiz, M. J. (2014). Apunte I El sistema de Caja Común y el cooperativismo. *Superintendencia de economía popular y solidaria*, 1–18. Recuperado de https://www.seps.gob.ec/documents/20181/26626/cajacomunweb_actualizacion.pdf/1f04e680-bbfe-46d0-ba08-2701d6101ced
- Sánchez, Ó., & Romero, J. (2010). Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros : estudio de caso de la ciudad de Toluca , México. *Economía, Sociedad y Territorio*, X(32), 49–80.
- Torres, F. A. (2017). Determinación de conductas inseguras en conductores de bus y su relación con accidentes de tránsito. Estudio de caso de una empresa de transporte público en Colombia. *DYNA*, 84(203), 263–272. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/67544>
- Zarur, A. L. (2004). *El entorno económico: elementos teóricos y metodológicos para su análisis* (1a ed.). Bucaramanga, Colombia: Universidad Autónoma Bucaramanga.
- Zuñiga, R. (2009). Operaciones: concepto, sistema, estrategia y simulación. *Academia. Revista*



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Unidad de Posgrados y Educación Permanente

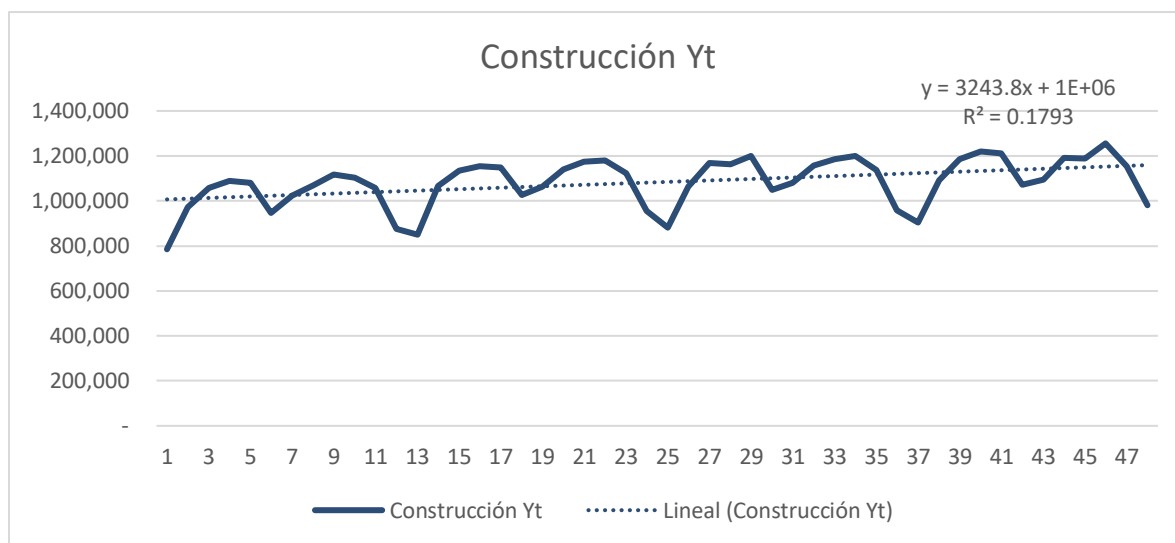
Latinoamericana de Administración, 34, 1–24. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/716/71603402.pdf>

Ciudad universitaria: Calle 67 No. 53-108, bloque 13 oficina 117
Recepción de correspondencia: Calle 70 No. 52-21 – Teléfonos (57 4) 219 58 32 – 219 58 33
Correo electrónico: posgradoeconomicas@udea.edu.co
Sitio web: <http://economicas.udea.edu.co>
Nit: 890.980.040-8- Apartado 1226- Medellín, Colombia

Anexos

Anexo 1: Pronóstico de demanda



Gráfica 1. Demanda de pasajeros 2015-2019.

Serie de Tiempo

Secuencia de observaciones sobre alguna variable de interés observada en puntos de tiempo discretos equiespaciados, para este caso se cuenta con información del 2015 al 2018 separada por mes.

Componentes De La Serie De Tiempo

La serie de la gráfica 1 no presenta una media constante, se denomina un proceso con tendencia al tener una pendiente positiva y es un proceso con una variación periódica denominada estacionalidad.

Las series de tiempo con estas componentes se modelan con suavizamientos exponenciales de Hot-Winter Aditivo o Multiplicativo según el incremento de la estacionalidad. Emplear modelos de medias aplanaría el pronóstico en el futuro y no incorporaría el componente estacional (Makridakis S, Wheelwright SC, 1998).



Suavizamiento Exponencial Triple. Modelo Estacional Multiplicativo. Método de Holt-Winter (HWM)

$$y_t = (a_t + b_t t) I_t + \epsilon_t$$

Donde,

a_t : señal base, normalmente llamada la componente permanente o nivel

b_t : componente de tendencia lineal

I_t : factor estacional multiplicativo

ϵ_t : error aleatorio

La longitud de la estación son L periodos.

Los pronósticos se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \alpha \frac{y_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) ; b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \frac{y_t}{a_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} ; \hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t h)I_{t-L+h}$$

Donde;

\hat{y}_{t+h} : pronóstico para el periodo t+h

y_t : valor observado en el periodo t

a_t : valor suavizado de la serie en el periodo t

b_t : tendencia estimada en el periodo t

I_t : factor estacional estimado para el periodo t

α : constante de suavizamiento para el nivel de la serie $0 < \alpha < 1$

β : constante de suavizamiento para la tendencia de la serie $0 < \beta < 1$

γ : constante de suavizamiento para la estacionalidad de la serie $0 < \gamma < 1$

L: longitud de la estacionalidad

Como valores iniciales:

- $a_L = \bar{y}_1 = \sum_{i=1}^L \frac{y_i}{L}$; para el periodo.
- $b_L = \sum_{i=1}^L \frac{(y_{L+i} - y_i)}{L} = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$
- $I_i = \frac{y_i}{\bar{y}_1}$; $i = 1, \dots, L$

Este método es adecuado cuando se tienen series de tiempo con una componente estacional claramente definida.

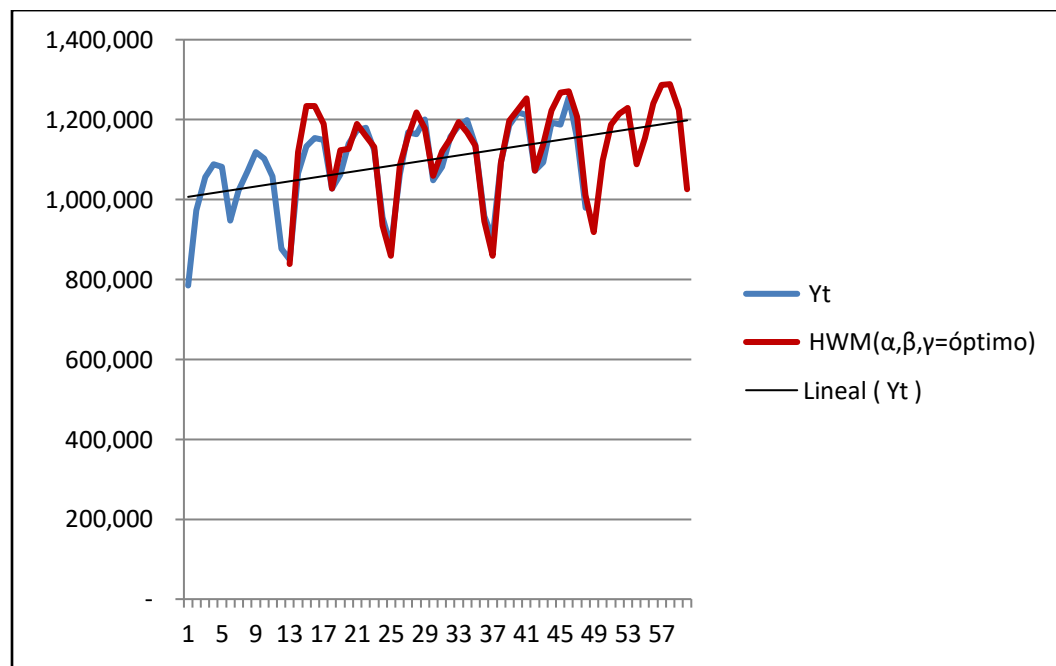
Para la serie de tiempo se identifica un L (Longitud de la estacionalidad) de 12 periodos de tiempo, es decir el patrón estacional se repite cada año.

Se define

$$a_L = 1,014,954$$

$$b_L = 69,439$$

Se evidencia un ajuste en el pronóstico y una capacidad para repetir el patrón de estacionalidad y tendencia en el tiempo.



Gráfica 2. Demanda de pasajeros 2015-2019 modelo HWM.

Función de pérdida o error

Las funciones de pérdida se refieren también a la exactitud en los métodos de Pronóstico, se refiere a “bondad de ajuste”, es decir, la capacidad que tiene el modelo de pronóstico para reproducir los datos, para este modelo como se muestra en la siguiente tabla el MAPE es de un dígito, con un error medio de -11.323 pasajeros.

ME	- 11,323
SSE	37,200,069,249
MSE	1,240,002,308
SDE	33,914
MAPE	2.34%

Suavizamiento Exponencial Triple. Modelo Estacional Aditivo. Método de Holt-Winter (HWA)

$$y_t = a_t + b_t t + I_t + \epsilon_t$$

Los pronósticos se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \alpha(y_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) ; b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$I_t = \gamma(y_t - a_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} ; \hat{y}_{t+h} = (a_t + b_t h)I_{t-L+h}$$

Como valores iniciales:

- $a_L = \bar{y}_1 = \sum_{i=1}^L \frac{y_i}{L}$; para el periodo.
- $b_L = \sum_{i=1}^L \frac{(y_{L+i} - y_i)}{L} = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$
- $I_i = y_i - \bar{y}_1 ; i = 1, \dots, L$

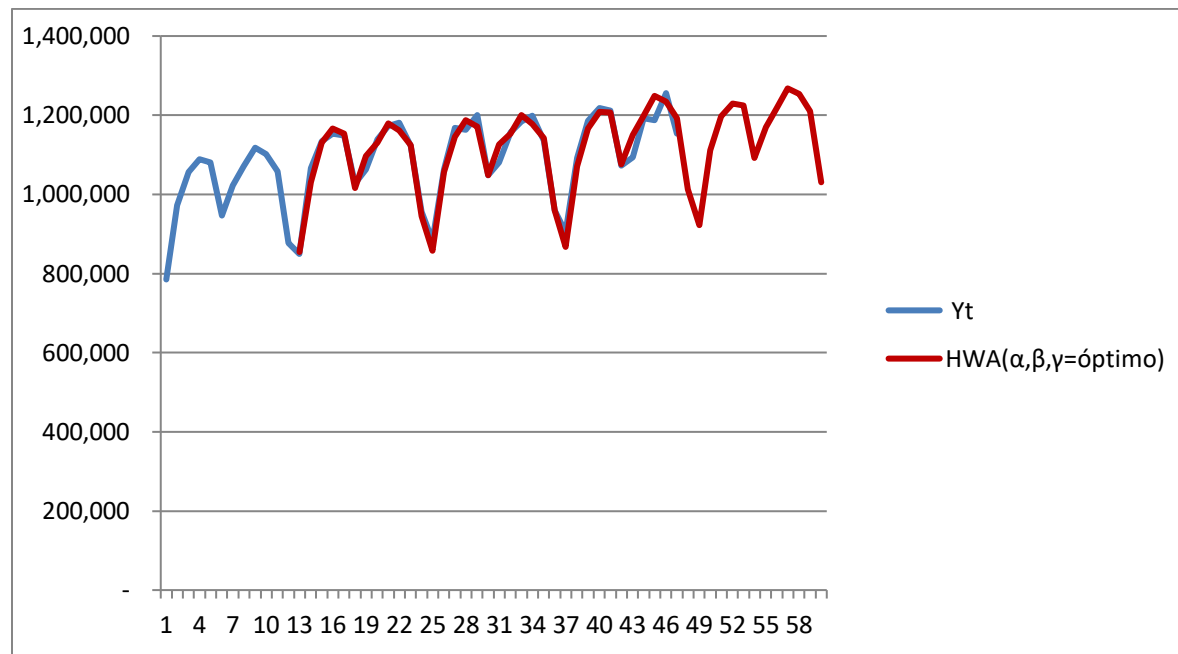
Este modelo incorpora tanto el efecto de la tendencia como el de la estacionalidad. Este modelo es adecuado cuando la serie presenta un patrón estacional constante.

Para la serie de tiempo se identifica un L (Longitud de la estacionalidad) de 12 periodos de tiempo, es decir el patrón estacional se repite cada año.

Se define

$$a_L = 1,014,954$$

$$b_L = 69,439$$



Gráfica 3. Demanda de pasajeros 2015-2019 modelo HWM.

Función de pérdida o error

Este modelo presenta un mejor ajuste al comportamiento de la serie original, también integra el componente estacional y de tendencia, tiene un MAPE inferior al modelo inicialmente

validado, evaluando ajuste e indicadores de la función de pérdida se decide trabajar con este modelo de pronósticos para estimar la demanda de los próximos 10 años.

ME	4,392
SSE	11,094,006,403
MSE	369,800,213
SDE	19,042
MAPE	1.377%

AÑO	Yt	HWM ($\alpha, \beta, \gamma=\text{óptimo}$)	HWA ($\alpha, \beta, \gamma=\text{óptimo}$)	Crecimiento real	Crecimiento HWM	Crecimiento HWA
2015	12,179,444					
2016	13,012,717	13,304,500	12,989,451	6.8%		
2017	13,240,954	13,273,949	13,223,500	1.8%	-0.2%	1.8%
2018	13,546,748	13,817,455	13,631,178	2.3%	4.1%	3.1%
2019		13,953,277	13,922,095		1.0%	2.1%
2020		14,151,343	14,145,110		1.4%	1.6%
2021		14,349,409	14,368,125		1.4%	1.6%
2022		14,547,475	14,591,140		1.4%	1.6%
2023		14,745,541	14,814,155		1.4%	1.5%
2024		14,943,607	15,037,171		1.3%	1.5%
2025		15,141,673	15,260,186		1.3%	1.5%
2026		15,339,739	15,483,201		1.3%	1.5%
2027		15,537,805	15,706,216		1.3%	1.4%
2028		15,735,871	15,929,231		1.3%	1.4%
2029		15,933,937	16,152,246		1.3%	1.4%

Tabla 1. Pronóstico de la demanda.

Anexo 2: Levantamiento de información de la operación. [Archivo en Excel©](#)

Anexo 3. Análisis Demanda, Modos de operación. [Archivo en Excel©](#)