

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE SISTEMAS  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

**“EVALUACIÓN DE LAS  
EXPECTATIVAS DE LA POBLACIÓN  
SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
SISTEMA DE TRANSPORTE  
TROLMÉRIDA”**

**Autor: Carlos Alberto Maldonado González**

PROYECTO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

**Tutor:  
Profesor Felipe Alberto Pachano Azuaje**

**DICIEMBRE 2005**

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios Todo Poderoso por iluminar el camino de mi vida.
- Deseo agradecer de forma muy especial a quienes estuvieron conmigo todo este tiempo, quiero dedicar este éxito a mis padres: Alexis De Jesús Maldonado y María Haidee De Maldonado.
- A Felipe Alberto Pachano Azuaje, por la paciencia y diligencia que ha mostrado contestando a todas mis preguntas.
- A Sebastián Medina por su ayuda en las primeras ideas de este proyecto.
- A todos los componentes del sistema de transporte: usuarios, operadores y poder público.
- Deseo agradecer a cuantos me han ayudado en la diversas etapas de este proyecto durante los últimos siete meses. Sus elogios, críticas y sugerencias han sido de gran valor para mí.
- Si tiene usted sugerencias que hacer con el fin de mejorar este proyecto, escríbamela, por favor con total libertad; pues le concedo un gran valor.

*Carlos Alberto Maldonado González.*

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1

## CAPÍTULO

### I GENERALIDADES

Breve Descripción del Estado Mérida	6
Planteamiento del Problema	8
Justificación del Estudio	9
Objetivos del Estudio	9
Alcances de la Investigación	10
Limitaciones de la Investigación	11
El Transporte Público	11
El Sistema de Transporte Colectivo en Mérida	15
Breve Descripción del Proyecto Trolmérida	17
El Futuro del Transporte Público	24

## **II MARCO TEÓRICO**

2.1	Aspectos Generales del Sistema de Transporte Público	26
2.2	Modalidades del Transporte Urbano	28
2.3	Estructura Operativa	29
2.4	Tecnología del Transporte Público	41
2.5	Infraestructura de Apoyo	47

## **III METODOLOGÍA**

3.1	Familiarización con el Problema	51
3.2	Diseño de Muestreo	51
3.3	Organización y Manejo de los Datos	58
3.4	Análisis Estadístico Multivariante	59

## **IV SISTEMA DE INDICADORES**

4.1	Definición de un Indicador	67
4.2	Características y Clases de Indicadores	67
4.3	Fases de un Sistema de Indicadores	68
4.4	Sistema de Indicadores para el Sistema de Transporte Público	70
4.5	Procedimiento para el Cálculo del Sistema de Indicadores	71

## **V ANÁLISIS DE PERCEPCIONES**

5.1	Análisis de la Configuración de Estímulos del Modelo de Distancia Euclidea de la Población Total	89
5.2	Análisis de la Configuración de Estímulos del Modelo de Distancia Euclidea por Grupos	92
5.3	Evaluación del Nivel De Conocimiento de la Población Sobre el Sistema de Transporte Trolmérica	97

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107

## APÉNDICE

<b>A. Operación del Sistema Integral de Transporte Urbano</b>	109
<b>A.1</b> Planeamiento Operativo del Sistema de Transporte Público	110
<b>A.2</b> Formulación del Diagnostico del Sistema de Transporte Público	111
<b>A.3</b> Elaboración de un Plan Operativo del Sistema de Transporte Público	112
<b>A.4</b> Programación de una Ruta del Sistema de Transporte Público	113
<b>A.5</b> Información Técnica del Sistema de Transporte Trolmérica	114
<b>A.6</b> Distribución de Patios y Talleres Sistema de Transporte Trolmérica	115
<b>B. Evaluación del Nivel de Conocimiento de la Población sobre la Implementación del Sistema de Transporte Trolmérica</b>	116
<b>B.1</b> Numero de Estaciones del Sistema de Transporte Trolmérica	117
<b>B.2</b> Inicio del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica	118
<b>B.3</b> Número de Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica	119
<b>B.4</b> Capacidad Total de las Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica	120
<b>B.5</b> Número de Líneas del Sistema de Transporte Trolmérica	121

<b>B.6</b>	Capacidad de Pasajeros Sentados de las Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica	122
<b>B.7</b>	Funcionamiento del Sistema de Transporte Trolmérica	123
<b>B.8</b>	Longitud del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica	124
<b>B.9</b>	Final del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica	125

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# ÍNDICE DE TABLAS

## TABLA

1.	Movimiento de pasajeros	74
2.	Instructivo para la frecuencia de las unidades	76
3.	Velocidad y tiempo de recorrido	78
4.	Criterios de clasificación del nivel de servicio	79
5.	Nivel de servicio	80
6.	Demanda de pasajeros	82
7.	Desempeño operacional diario	82
8.	Índice de confort	83
9.	Porcentaje de usuarios del Sistema de Transporte Público	83
10.	Cobertura espacial de la red	84
11.	Velocidad de Recorrido	84
12.	Tiempo de Recorrido	85
13.	Frecuencia	85
14.	Antigüedad media del parque	86
15.	Nivel de siniestralidad	86

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

## GRÁFICO

1.	Cantidad de unidades por año	16
2.	Modelo de distancia euclidea ejemplo como ilustración del escalamiento multidimensional	64
3.	Modelo de distancia euclidea	89
4.	Modelo de distancia euclidea población femenina	93
5.	Modelo de distancia euclidea población masculina	95
6.	Modelo de distancia euclidea estrato I	96
7.	Modelo de distancia euclidea estrato II	97
8.	Número de estaciones de la línea uno	98
9.	Capacidad de las unidades del Sistema de Transporte Trolmérica	99
10.	Longitud del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica	100



# ÍNDICE DE FIGURAS

## FIGURA

1.	Dimensiones de las Unidades	20
2.	Estación tipo central	22
3.	Línea 1 Ejido la Hechicera	23
4.	Clasificación de las Modalidades de Transporte	28
5.	Clasificación Geográfica de las Rutas	34
6.	Clasificación de las Rutas	35
7.	Estructura de la Investigación	50
8.	Distribución del Instrumento de Medición	57
9.	Fases de un Sistema de Indicadores	70
10.	Demanda de Pasajeros	74
11.	Velocidad y Tiempo de Recorrido	77
12.	Diseño Interno de un Vehículo de Transporte	80

# RESUMEN

En este proyecto se evalúan las expectativas de la población merideña sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica. Además se construye un sistema de indicadores para medir y evaluar el desempeño de las distintas organizaciones del Sistema de Transporte Público.

Mediante la aplicación de la técnica del escalamiento multidimensional es posible la creación de una imagen relativa, la cual es percibida por un conjunto de individuos sobre el sistema transporte. El objetivo del escalamiento multidimensional es transformar los juicios de similitud o dichas preferencias en distancias susceptibles para ser representadas en un espacio multidimensional. De esta manera se genera una perspectiva más clara de las consideraciones más importantes que tiene la población para tener una percepción positiva o negativa acerca de la propuesta del Trolebús.

A través del sistema de indicadores podemos medir la gestión del transporte, la cual debe contemplarse desde una óptica integral ya que no es independiente de otras políticas sectoriales. Es el uso de indicadores la técnica de medición o evaluación de la eficiencia más utilizada, herramienta de trabajo que pone en evidencia los puntos débiles existentes sobre los que se hace necesario tomar decisiones para su refuerzo. La combinación de indicadores (medición objetiva) y percepción (medición subjetiva) puede ser usada por los administradores de transporte público para orientar sus políticas.

**Palabras claves:** Escalamiento Multidimensional, Muestreo, Indicadores.

# INTRODUCCIÓN

El transporte, situado en el epicentro de nuestra vida actual, ha reducido las distancias y ha aumentado la interacción entre las diferentes culturas del mundo. Así, como su mejoramiento contribuye a elevar la calidad de vida de la población, su deterioro constituye un vector de degradación que debemos pagar todos los ciudadanos en mayor o menor medida.

El extenso recorrido de los diferentes medios de transporte ha sido influenciado inevitablemente por los avances de la ciencia y la tecnología en la adquisición de mayor velocidad, mayor seguridad y comodidad. Dichas características lo consolidan como un elemento que ejerce influencia en diversas áreas de la economía y por ende en la propia vida urbana.

El sector del transporte es clave para el bienestar de la urbe y su economía, ya que a su vez es el motor de la economía nacional. Mundialmente, el 70% de la población utiliza el transporte público de pasajeros como su medio de movilidad, siendo la mayoría de los usuarios personas de bajos recursos y sin otro medio de transporte.

En este proyecto se evalúan las expectativas de la población sobre la implementación del “Sistema de Transporte Trolmérida.” Así mismo se contrastan

esas expectativas, traducidas como indicadores subjetivos, con indicadores objetivos relacionados con el sistema de transporte actual y el sistema propuesto. Con esto se busca presentar el comportamiento del sistema integral de transporte urbano de manera exhaustiva y cuantificable.

A través de un sistema de indicadores podemos medir la gestión del transporte, la cual debe contemplarse desde una óptica integral ya que no es independiente de otras políticas sectoriales. Es el uso de indicadores la técnica de medición o evaluación de la eficiencia más utilizada, herramienta de trabajo que pone en evidencia los puntos débiles existentes sobre los que se hace necesario tomar decisiones para su refuerzo. El transporte no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar diferentes destinos donde hay que satisfacer un conjunto de necesidades [Izquierdo, 1994].

Durante los últimos años el transporte Masivo mediante autobuses de alta capacidad se ha desarrollado en diversas ciudades de América Latina (Curitiba, Quito, Bogota) que en algunos casos forma parte de un modelo de desarrollo urbano que ha tenido una larga evolución, mientras que en otros simplemente es un esquema de transporte masivo que atiende la demanda de pasajeros existente.

Actualmente la ciudad de Mérida experimenta el desarrollo de un proyecto en materia de infraestructura de transporte urbano, bajo la asistencia financiera del Ministerio de Infraestructura (MINFRA) y el brazo ejecutor del Instituto de Infraestructura de Mérida (INFRAM) quienes realizaron un estudio de simulación con el modelo de transporte, el cual indicó que la alternativa de autobús convencional capta menos demanda que las alternativas de Trolebús y Metro Liviano.

Ya está en marcha la primera fase de implementación de un Sistema de Transporte mediante buses de alta capacidad que según el Ministerio de Infraestructura (MINFRA) impulsará a la ciudad hacia un mejor estándar como

destino turístico, además elevará la calidad de vida de la población; dando paso a una ciudad más próspera y dinámica.

En esta investigación se analizan las expectativas sobre la implementación del sistema de transporte Trolmérica, además se muestra el comportamiento del sistema de transporte público a través de un conjunto de indicadores de desempeño.

La investigación se desarrolla en cinco capítulos.

En el capítulo número uno se aborda algunos antecedentes sobre la ciudad de Mérida y la situación sobre su sistema de transporte público, así como una descripción general y desarrollo de la estrategia por parte del proyecto Trolmérica.

Las características y aspectos generales del sistema de transporte público de pasajeros, modalidades de transporte, estructura operativa, tecnologías del transporte público, e infraestructura de apoyo se exponen en el capítulo número dos.

En el capítulo número tres se muestra la metodología y las diferentes fases: Familiarización con el Problema, Diseño de Muestra, Organización y Manejo de los Datos, y por supuesto el Análisis estadístico Multivariante, el cual tiene como objetivo transformar los juicios de similitud o preferencias llevadas a cabo por una serie de individuos en distancias susceptibles de ser representada en un espacio multidimensional.

Con la misión de resumir extensos datos en información clave significativa y confiable, y con la finalidad de representar parte del comportamiento del sistema de transporte público de manera exhaustiva y cuantificable; en el capítulo número cuatro se procede a la construcción de un sistema de indicadores.

En el capítulo número cinco se expone el contraste del escenario presente y futuro del sistema integral de transporte urbano. Por otra parte se explican los

resultados de la configuración de estímulos de los diferentes elementos de la muestra por medio del Escalamiento Multidimensional.

Finalmente algunas conclusiones y recomendaciones para el desarrollo integral del sector del transporte y para investigaciones futuras.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

El crecimiento demográfico acelerado en los centros urbanos ha incrementado la demanda de transporte, cuya oferta no crece en la misma proporción. La infraestructura vial rígida, falta de coordinación interinstitucional y el deficiente dinamismo de la planeación hace que se tomen medidas correctivas, más que preventivas en materia de transporte. El tráfico y la movilidad, en términos de transporte, son la causa principal de los impactos negativos al ambiente urbano como la contaminación del aire, el ruido, el consumo excesivo de recursos y la ocupación extensiva del espacio.

Actualmente el sistema de transporte de nuestra ciudad genera perturbaciones sociales, ambientales, de infraestructura, de tiempo y de cobertura haciendo que la ciudad se vuelva caótica, desordenada y contaminada.

Este estudio está enfocado hacia la percepción sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica, a demás propone un sistema de indicadores para el sistema de transporte público en la ciudad. El objetivo de este capitulo radica en la descripción general del sistema de Transporte Público y de la propuesta del Sistema de Transporte Trolmérica.

## 1.1 Breve Descripción del Estado Mérida

Ciudad de Venezuela, capital del estado homónimo y del municipio Libertador, localizada a 1.625 m de altitud en una amplia terraza del valle del río Chama, en la cordillera de Mérida. Se comunica a través de la carretera trasandina y ramales a las carreteras piedemontañas, y cuenta con aeropuerto nacional. El turismo y el comercio se han constituido en las actividades económicas básicas debido a la atracción de paisajes de montaña y del teleférico, el más alto (4.765 m) y el más largo (12,5 km) del mundo. La Universidad de los Andes tiene su sede en esta ciudad, impulsando notablemente el crecimiento poblacional y económico urbano. Fundada en 1558, experimentó varias modificaciones en su establecimiento hasta que en 1561 fue refundada en su actual sitio con el nombre de Santiago de los Caballeros de Mérida.

### 1.1.1 Geografía Física

Estado de Venezuela perteneciente a la Región de los Andes. Limita al norte con el lago de Maracaibo y los estados Trujillo y Zulia, al sur con Táchira y Barinas, al oeste con Táchira y Zulia, y al este con Barinas.

El estado de Mérida, que ocupa una superficie de 11.300km<sup>2</sup>, predomina el ambiente geográfico andino, si bien hay una pequeña superficie llana al sur del lago de Maracaibo. Destaca la cordillera de Mérida, de origen terciario, con 460 Km. de longitud, 100 Km. de ancho y una altura media de 4.000 m; nace en el nudo de Santurbán, con dirección noreste, y conforma el tramo final de la cordillera de los Andes. Está constituida por rocas arcaicas y mesozoicas. Una fosa por donde fluye el río Chama, derivada de los movimientos de la corteza terrestre y con la misma dirección de la cordillera, la divide en dos sierras mayores: la sierra Nevada de Mérida, que alberga la cumbre máxima de Venezuela (pico Bolívar, 5.007 m) además de pequeños glaciares, y que se continúa en la sierra de Santo Domingo; y la sierra del Norte o cordillera de la Culata (Piedra Blanca, 4.658 m). Ambos ramales se unen



en el páramo de Mucuchíes. Otro núcleo cristalino, la sierra de Tovar, situada al suroeste, marca el alineamiento montañoso. Algunos tramos presentan valles transversales profundos formados por los grandes ríos (Chama, Mocotíes), con laderas casi verticales y depresiones generalmente longitudinales.

Los ríos, a su vez, formaron terrazas, muchas de ellas aprovechadas para asentamientos humanos y actividades agropecuarias, en un territorio mayoritariamente montañoso, donde la escasa existencia de tierras planas o con pendientes suaves dificulta la ocupación humana. Los ríos de la pendiente occidental desembocan en el lago de Maracaibo (Chama, Mucujepe, Onia, Frío) y los de la oriental. Pertenecen a la cuenca del Orinoco (Caparo, Santo Domingo, Mucuchachí).

El clima está determinado por niveles de vegetación y altitud similares denominados pisos climáticos, generalmente isotérmicos (mantienen la misma temperatura), donde existen todos los tipos de plantas: tierras calientes, hasta los 1.000 m, 27 °C, bosque o selva tropical; tierras templadas, hasta los 2.800 m, entre 12 y 20 °C, selva mixta; tierras frías, hasta los 3.800 m, entre 5 y 11 °C, vegetación escasa y dispersa; y el páramo, desde los 3.800 hasta los 5.000 m, entre 0 y 5 °C, especies muy adaptadas. Las precipitaciones, abundantes en las vertientes externas y escasas en las internas, oscilan, dependiendo con la altitud, entre los 1.600 y los 2.500 mm de promedio anual.

### **1.1.2 Economía**

La economía es básicamente agropecuaria. En los pisos o zonas templadas se cultivan frutas, hortalizas, cereales y papas (patatas). La falta de control sobre la erosión provoca un decrecimiento de la producción. En los pisos o zonas cálidas se producen bananos, cacao, yuca y caña de azúcar. Aún sigue vigente el ‘conuco’, un tipo de explotación practicado en pequeñas parcelas rozadas que tienen una vida útil corta ya que las lluvias arrasan las tierras fértiles. Se han extendido importantes plantaciones comerciales en tierras templadas y frías, así como la ganadería de altura

y la piscicultura de truchas. La economía se complementa con los ingresos del turismo. El teleférico de pico Espejo, el más alto del mundo, asciende hasta las proximidades del pico Bolívar. Mérida es rica en atractivos naturales: el Parque nacional de Sierra Nevada se localiza en este estado.

### **1.1.3 Población**

La capital, Mérida, está situada sobre una terraza del río Chama, a 1.600 m de altura. Otras localidades importantes son: Tovar, Ejido, Mucuchíes, El Vigía, Timotes, Bailadores y Santo Domingo. El estado de Mérida tiene una población de 744.986 habitantes.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

El transporte es un elemento constitutivo de la vida urbana. Así como su mejoramiento contribuye a elevar la calidad de vida de la población, su deterioro constituye un vector de degradación que debemos pagar todos los ciudadanos en menor o mayor medida.

La insuficiencia e ineficiencia son los factores que principalmente muestran al sistema de transporte como un sistema no consolidado en su desarrollo integral; generando como resultado poca garantía en la modernización del país y el aumento del nivel de vida de la población.

El problema del transporte urbano en nuestra ciudad se ha agudizado en los últimos años por: El crecimiento urbano desorganizado, una expansión rápida de la propiedad, el uso de automóviles privados y por un alto grado de desorganización del transporte público; esta serie de factores son los que han provocado significativos impactos sobre el área metropolitana [Beltrán, 1999].

El deseo de generar una visión acerca del Sistema de Transporte Actual y como se verá afectado tras la implementación del Sistema de Transporte Trolmérida

nos ha llevado a interesarnos por el estudio. El problema consiste en evaluar las expectativas de la población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica.

### **1.3 Justificación del Estudio**

El elemento imprescindible que da consistencia y valor a nuestro trabajo es el evento de evaluar, informar, y construir variables significativas para conocer mejor la estructura del Sistema Integral de Transporte Urbano.

El empleo efectivo de una información veraz, oportuna y confiable, obtenida a partir de este conjunto de variables; permitirá a usuarios, operadores, y poder público una toma de decisiones más acertada y por consiguiente cambiar los acontecimientos venideros de un modo ecuánime y al menor costo posible.

### **1.4 Objetivos del Estudio**

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

#### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la percepción de la población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica y sobre la eficiencia del Sistema de Transporte Actual; además evaluar en qué medida las percepciones tienen justificación en la realidad concreta.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Explorar las expectativas de la población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica.

- Evaluar la percepción presente y futura del Sistema de Transporte Actual, facilitando el reconocimiento de los puntos débiles asociados a la calidad del servicio.
- Construir un sistema de indicadores a fin de que los actores del proceso (usuarios, operadores, y poder público) del Sistema Integral de Transporte Urbano posean un conjunto de herramientas de comparación aplicables en cualquier entorno urbano para medir su eficiencia.
- Examinar a través de las opiniones públicas de los usuarios los principales atributos: velocidad, tiempo, y comodidad relacionados con el Sistema Integral de Transporte Urbano.
- Seleccionar la configuración inicial de los estímulos según la dimensionalidad deseada, desarrollada por el propio investigador sobre la base de trabajos de investigación previos.
- Transformar los juicios de similitud o preferencias llevadas a cabo por el conjunto de elementos de la muestra en distancias susceptibles representadas en un espacio multidimensional.
- Crear una representación grafica o mapa perceptual que nos permita contrastar la posición de cada uno de los actores del proceso del Sistema Integral de Transporte Urbano.
- Evaluar el nivel de conocimiento que dispone la población sobre la implantación del Sistema de Transporte Trolmérica.

### **1.5 Alcances de la Investigación**

Esta investigación está centrada exclusivamente en el área metropolitana de la ciudad de Mérida lo que seguramente representa un nivel micro, pero la potencia del escalamiento multidimensional de tratar de predecir situaciones futuras la coloca como un punto relevante de partida para futuras evaluaciones en el entorno urbano a un nivel macro.

## **1.6 Limitaciones de la Investigación**

No contar con un numeroso grupo de trabajo que permita un estudio más amplio de los principales parámetros operacionales que mejor describen el comportamiento del Sistema Integral de Transporte Urbano, aunado al acceso de información subjetiva; representan las limitantes que se enfrentan en éste estudio.

## **1.7 El Transporte Público**

Transporte público, también denominado transporte de masas, es el servicio de transporte urbano y suburbano de pasajeros al que se accede mediante el pago de una tarifa fijada y que se lleva a cabo con servicios regulares establecidos en rutas señaladas, horarios establecidos y paradas específicas. Muchas ciudades de tamaño medio cuentan con sistemas de transporte rápido ferroviario. Por otro lado, las grandes ciudades, y por supuesto muchas pequeñas, disponen de autobuses colectivos, según las diferentes denominaciones para cubrir este servicio, además de transporte ferroviario ya sea subterráneo o de superficie.

### **1.7.1 Reseña Histórica**

Aunque está documentada la existencia de servicios de carruajes tirados por caballos desde comienzos del siglo XVI, el primer ómnibus moderno no fue introducido hasta 1829, cuando George Shillibeer, un emprendedor fabricante de carrozas, estableció un servicio en Londres. El siguiente servicio regular se inauguró en 1831 en la ciudad de Nueva York y recorría la calle Broadway.

Con la Revolución Industrial y el consiguiente crecimiento de las ciudades, se hizo cada vez más necesario un sistema de circulación urbano para transportar a la población al trabajo, a los acontecimientos sociales, culturales y deportivos, y para desplazamientos; para hacer compras, ir al médico o de cualquier otro tipo. El primer

servicio de transporte rápido subterráneo, conocido como metro, apócope de metropolitano, o ferrocarril urbano, se inauguró en la ciudad de Nueva York en 1904.

Cuando comenzó a utilizarse el automóvil privado en las dos primeras décadas del siglo XX, muchas compañías de ferrocarril urbano quebraron. En la década de 1930 se hizo un esfuerzo para su revitalización.

La mayoría de las ciudades pronto utilizaron el autobús propulsado por diesel, porque permitía una flexibilidad y libertad a la hora de seleccionar la ruta de la línea de transporte que con el cable aéreo necesario para tranvías y trolebuses no se podía obtener.

El transporte público desempeña una función crítica en muchas grandes áreas metropolitanas, donde más del 50% de los trabajadores dependen de él para desplazarse hacia y desde su lugar de trabajo.<sup>1</sup>

### 1.7.2 Tipos de Servicio

El transporte público se puede clasificar según determinadas características diferenciadoras: independencia de paso, control de conducción, forma de propulsión y tipo de servicio que proporciona.

**Metro:** el transporte rápido de tecnología ferroviaria (metro o subterráneo) utiliza trenes de pasajeros que van por rieles a velocidades altas y funcionan en túneles, en estructuras elevadas, o en carriles de uso exclusivo que están separados para evitar la interferencia con el tráfico. Utiliza trenes de alto rendimiento que alcanzan velocidades de 120 a 130km/h y puede transportar hasta 40.000 pasajeros a la hora en

---

<sup>1</sup> Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

una sola dirección — el metro de Madrid transporta un millón de viajeros al día, o dicho de otra manera, los torniquetes de entrada registran un millón de pasos diarios.

Excepto para los sistemas de sustentación neumática desarrollados en Francia, empleados también en las ciudades de México y Montreal, los sistemas más rápidos de transporte utilizan ruedas de acero en los rieles.

Una sola persona puede conducir un tren. Éstos disponen de diversas formas de control automático y pueden circular a intervalos de 90 segundos. Las estaciones tienen andenes altos para permitir la entrada y salida rápida de los viajeros.

La distancia de una estación a otra varía entre 1.200 y 4.500 m, y algunas de ellas, sobre todo las que se hallan en localizaciones suburbanas, requieren de un sistema de alimentación de autobuses y de amplias instalaciones de aparcamiento.

El tranvía es un sistema de ferrocarril eléctrico metropolitano que se caracteriza por el uso de coches únicos o en pequeñas formaciones propulsados por motores que toman la energía desde la catenaria situada en la parte superior del vagón. Su característica particular es la diversidad de opciones para alinear, configurar y diseñar los vehículos.

En las áreas del centro de la ciudad, muy densas, puede circular por túneles o por superficie en las zonas peatonales. Fuera del centro de las ciudades, los coches pueden circular en las medianas, en los carriles reservados de las autopistas arteriales, sobre vías de ferrocarril abandonadas o por corredores de servicio público.

En función del grado de separación con el tráfico de la carretera, las velocidades medias alcanzan desde 16 hasta 40 km/h. La capacidad de un sistema de tamaño medio es de 12.000 personas a la hora.

**Autobuses y Trolebuses:** los sistemas de transporte por autobús utilizan vehículos de neumáticos autopropulsados que no están limitados a itinerarios fijos. Los autobuses

de motor operan en rutas determinadas y con un horario regular, pero pueden circular en carriles de autobús de uso exclusivo, autopistas sin peaje, carreteras arteriales o calles locales.

El vehículo tipo mide entre 11 y 12 m de largo y, dependiendo de la disposición de los asientos, puede llevar hasta cincuenta pasajeros sentados. Un autobús recorre 48.000 km al año de promedio, pero esto puede variar significativamente dependiendo del tamaño de la ciudad y la fecha de construcción (la vida media de un autobús debería no sobrepasar los 15 años).

En algunas ciudades de América y Asia se utilizan también vehículos colectivos, automóviles o furgonetas, que realizan una ruta determinada a precios muy asequibles: son mucho más baratos que un taxi y algo más caros que un autobús. Suelen tener una capacidad de entre 6 y 10 pasajeros.

Los trolebuses son también vehículos de neumáticos, pero de tracción eléctrica. Toman la energía de una línea aérea a través de dos pértigas de hierro llamadas troles. Su flexibilidad de movimiento es mayor que la de los tranvías, ya que no utilizan rieles, pero menor que la de los autobuses, aunque a partir de la década de 1980, los trolebuses contaron con una batería o un motor diesel que les permitía circular de forma autónoma, sobre todo en zonas periféricas de poco tráfico.

***Paratransporte:*** paratransporte es una forma de servicio más flexible y personalizado que el convencional establecido en una ruta fijada y un servicio regular. Los vehículos están disponibles al público mediante suscripción o sobre unas bases de viaje compartido que opera sobre un sistema de autopistas y calles. Es un servicio que se sitúa entre el automóvil privado y el transporte público de ruta fija.

Incluye los servicios requeridos por la voz o por teléfono proporcionados por taxis, automóviles colectivos, autobuses; los servicios de automóviles de alquiler ofrecidos por empresas del sector, y los servicios de viajes compartidos preparados de antemano por consorcios.



Los modos de paratransporte se suelen denominar según los términos de las características del servicio más que por el vehículo utilizado o el tipo de trabajo empleado en proporcionar el servicio.

El paratransporte se caracteriza por dar servicio de punto de origen a punto de destino, por su flexibilidad para encontrar cambios de la demanda y sus condiciones, y por el carácter del mercado generalmente libre y sin restricciones en el cual opera. Mucha gente mayor y discapacitada es usuaria de este servicio de transporte especializado.

### **1.8 El Sistema de Transporte Colectivo en Mérida**

El sistema de transporte público de pasajeros está constituido por un conjunto de Asociaciones y Sociedades Civiles, y una Asociación Cooperativa. La red del sistema transporte público de pasajeros está conformada por un total de 82 rutas y 997 unidades; de las cuales el 72% corresponden a la categoría Microbús utilizadas generalmente en conexiones rápidas entre dos polos urbanos con un número restringido de paradas intermedias, y cuya capacidad está entre 11 y 20 puestos.

Otro 25% pertenece al tipo Minibús, es decir, autobuses convencionales que presentan alta versatilidad de uso en las áreas urbanas (vías estrechas o con fuerte declive, en transito compartido, etc.) y, por lo tanto es de utilización prácticamente ilimitada. Esta categoría presenta una capacidad que varía entre 18 y 32 puestos. El 3% restante se ubica en la categoría de autobuses de gran porte; los cuales deben ser utilizados en rutas de gran demanda de usuarios. Esta categoría tiene una capacidad entre 33 y 43 puestos. Todas estas unidades en conjunto suman una capacidad total de 17.496 puestos<sup>2</sup>. El gráfico 1 muestra que el 79% de las unidades pertenecen o se ubican entre los años 1969 y 1999, un 10% está en el periodo 2000 – 2001; y el 11%

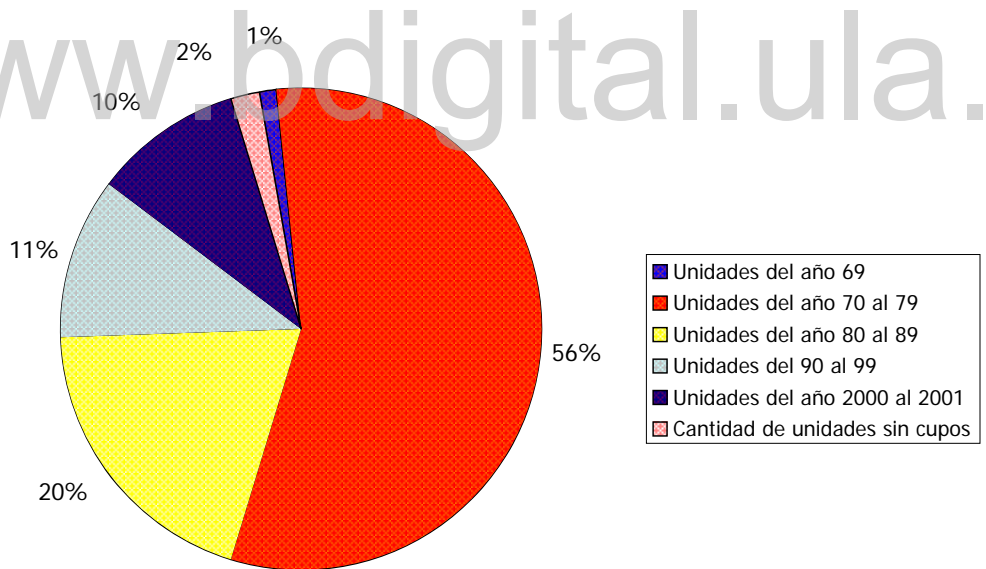
---

<sup>2</sup> Formato DT-09 de las Organizaciones del Transporte Público de la Alcaldía del Municipio Libertador.

restante corresponde a las unidades sin cupo que no formaron parte del proceso de revisión.

Esta situación pone en evidencia que la antigüedad media de las unidades del Sistema de Transporte Actual es un punto débil existente sobre el que es necesario tomar decisiones para su refuerzo.

Es importante resaltar que los datos para los años 2002, 2003 y 2004 no han sido actualizados por parte de las diferentes organizaciones. Según la Gerencia de Vialidad Urbana, específicamente el Departamento de Transporte Público de la Alcaldía del Municipio Libertador, en el último análisis comparativo de los diferentes formatos que registran esta información se encontró que las unidades poseen una antigüedad media de 22 años, con una capacidad promedio de 20 puestos por unidad.<sup>3</sup>



**Gráfico 1. Cantidad de Unidades Por Año**

---

<sup>3</sup> Formato TU-01 y BEP FONTUR de las Organizaciones del Transporte Público de la Alcaldía del Municipio Libertador.

## 1.9 Breve Descripción del Proyecto Trolmérica

La información expuesta a continuación es suministrada por el Instituto de Infraestructura de Mérida, por lo que el autor no se hace responsable de los conceptos y juicios expresados en esta sección.

Los comentarios emitidos por parte del autor de la investigación estarán precedidos por la expresión: el autor, además de manera contigua a la idea original.

### 1.9.1 El trolebús

El trolebús, vehículo de transporte urbano de viajeros, de tracción eléctrica y sin carriles, que toma la corriente de una catenaria a través de un trole doble o pantógrafo.

Herederero del viejo tranvía, el trolebús comienza a imponerse en Estados Unidos a comienzos del siglo XX. En Europa y algunos países de América Latina hace su aparición algo más tarde, destacando en muchas ciudades como medio de transporte público y colectivo, al ser más cómodo, mejorar la adherencia, tener mayor autonomía de movimiento y un motor tecnológicamente más avanzado. Aun cuando era conocido ya en 1880, el auge de los vehículos privados le dio carta de naturaleza al poder coexistir con ellos con más posibilidades que los tranvías. Montado sobre un chasis y con la carrocería de un autobús, con cuatro o seis ruedas, ofrecía mejor maniobrabilidad al no tener que ceñirse a un carril.

En la década de 1950 el trolebús entró en decadencia, debido a que el autobús logró alcanzar mayores prestaciones con un menor coste de infraestructura.<sup>4</sup>

### 1.9.2 Definición

---

<sup>4</sup> Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Trolmérica es un proyecto en materia de infraestructura que se define como un sistema de transporte masivo urbano que operará con autobuses articulados de alta capacidad que circularán por carriles.

El autor expresa que la mayoría de la longitud del recorrido las unidades del Sistema de Transporte Trolmérica circularán en vía exclusiva, compartiendo en algunos sectores el canal derecho con el tráfico cotidiano. Los mismos se integran a un sistema de rutas alimentadoras que cubren servicios circulares periféricos con buses de capacidad media.

El sistema posee estaciones que cuentan con andenes elevados y puertas automáticas coordinadas con las de los buses, donde los pasajeros toman o dejan el servicio y es limitado a portadores de boletos. Un sistema de control monitorea permanentemente los buses y la tarifa única permite al usuario acceder al servicio troncal y alimentador.

Retomando la idea de transporte masivo, según el autor y el Manual de Operación del STPP, de acuerdo a la clasificación de las modalidades del transporte urbano, el Sistema de Transporte Trolmérica se ubica en la categoría vía compartida específicamente transporte colectivo; teniendo los medios de transporte masivo Tranvías/Tren Liviano, Metro, y Tren Subterráneo como característica principal vía exclusiva en todo su recorrido.

### **1.9.3 Desarrollo de la Estrategia**

El Proyecto Trolmérica, por sus características de diseño, contempla captar una gran parte de la demanda de transporte público actual y futuro en el Área Metropolitana de Mérida.

Para cubrir toda el área se requiere un sistema con longitud aproximada de 37 Km., desde Lagunillas hasta Tabay, el cual se construirá por etapas, con el uso de tecnologías que se adapten a cada tramo.

El autor expresa, pienso que son diversos los programas que se intentan establecer con la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica como lo son: fortalecimiento del manejo del tráfico, una adecuada infraestructura vial, una red que conecte con las principales áreas de la ciudad; entre otros.

Por tal motivo es importante resaltar la siguiente reflexión: “Implementar una red de transporte sobre la ya existente, entendiéndose como una red de transporte a la agregación espacial de diferentes rutas de transporte en conjunto son sus respectivos parámetros operacionales, sabiendo que uno de los graves problemas que enfrenta la ciudad es la carencia de espacio físico”. Queda como ilustración al lector la explicación de la reflexión antes expuesta.

### 1.9.4 Objetivos

Los objetivos principales que se persiguen alcanzar con la implementación del Proyecto Trolmérica son:

- Mejorar significativamente las condiciones de transporte público en la ciudad, a través de aspectos como:
  - Mejorar la fluidez del tránsito en la red vial del sistema, reduciendo significativamente el tiempo de viaje de los pasajeros que utilizan en la actualidad los servicios de transporte público.
  - Atender de modo eficiente la demanda creciente de transporte público, en especial su componente de desplazamientos de larga distancia.
  - Permitir que el actual sistema de transporte se organice para servir como alimentador y complementario al nuevo sistema de transporte troncal, creando un sistema integral en el ámbito urbano.
- Orientar su implementación, con el propósito de provocar efectos positivos en cuanto a la seguridad física y calidad del medio ambiente.

- Asegurar el desarrollo sostenible y preservar la estructura urbana colonial para las futuras generaciones, y que el sistema promueva y facilite la ejecución de proyectos de ordenamiento, mejoramiento y renovación urbana en ciertas zonas de la ciudad como el área del Río Albarregas y el centro de la ciudad.

### 1.9.5 Componentes del Sistema de Transporte Trolmérica

Se presenta a continuación un despliegue teórico de los diferentes componentes del Sistema de Transporte Trolmérica.

**Unidades:** el trolebús es un vehículo para el transporte masivo, de tracción dual: un motor eléctrico trifásico de corriente alterna y otro motor diesel, este último será usado en casos de emergencia. Cada unidad de Trolebús tiene capacidad para transportar 180 pasajeros, 40 cómodamente sentados y 140 de pie.

El autor expresa: actualmente las 45 unidades que circularán en la línea uno se encuentran bajo condiciones de intemperie en el área de patios y talleres. Por otro lado surge la siguiente expectativa: para el momento que la línea uno este totalmente en operatividad; las unidades que circularán a lo largo del recorrido de esta línea ¿tendrán vigente la garantía brindada por el fabricante?

La figura 1 muestra que las dimensiones del Trolebús son: 18 metros de largo, 2,50 metros de ancho y 3 metros de alto. Posee 3 puertas y plataforma de evacuación para emergencias.



*Figura 1. Dimensiones de las Unidades*

Es un Sistema no contaminante de bajo impacto ambiental, muy silencioso, con una aceleración máxima en tramos a nivel de  $1.5\text{m/s}^2$ , una aceleración máxima con pendiente de 10% de  $0.6\text{m/s}^2$ , y  $1.36\text{m/s}^2$  como deceleración principal [Calderas, 2001].

El autor expresa: la aceleración es una variable relativa en virtud de que no existe un modelo predeterminado capaz de identificar el tipo de aceleración empleado por parte del conductor. Por lo tanto podemos deducir que esta variable depende en gran medida de la conducta del conductor y por supuesto de las condiciones de pendiente del tramo en el cual se encuentra el vehículo). Aunque estos vehículos son articulados, tienen casi el mismo radio de curvatura que un vehículo estándar, es decir del orden de 11-12 m.

**Estaciones:** las estaciones estarán conformadas por una serie de áreas:

- **Área de Espera:** la longitud mínima del área de espera será la distancia externa del trolebús. Cabe destacar que se asume que el trolebús deberá tener tres (3) puertas.

Para definir el ancho de las estaciones se ha calculado un índice de ocupación en el andén de  $2,5$  personas/ $\text{m}^2$  con el fin de asegurar una movilidad adecuada. También el andén deberá tener al menos 50% de la capacidad de una unidad trolebús, es decir 75 personas.

- **Área de Acceso:** el área de acceso deberá permitir un acceso cómodo para los pasajeros y tendrá los siguientes elementos:
  - Localización de caseta para venta de pasajes.
  - Localización de equipo de control de vehículos.
  - Localización de torniquetes.
- **Área de Salida:** el área de salida tendrá los siguientes elementos:

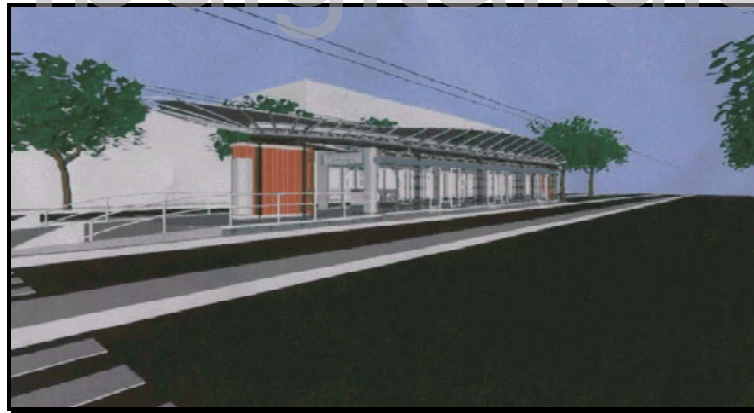
- Dos (2) torniquetes de salida.
- Un pequeño espacio para protección de la lluvia.

**Concepción de Ubicación:** para la ubicación de las estaciones se tomará en consideración la localización en el contexto urbano, así como la accesibilidad al sistema. Para la implantación se consideran los siguientes parámetros:

En el caso de estaciones ubicadas entre construcciones, se tomará una longitud mínima de 3 a 4 m. de separación a la construcción inmediata en la parte posterior.

En el caso de estaciones ubicadas en aceras o islas centrales, se considerará un área libre para la circulación de peatones en la parte posterior de la estación, la cual será de un mínimo de 10 m.

La figura 2 representa el modelo de una parada del trolebús del tipo estación central.



**Figura 2. Estación Tipo Central**

**Rutas:** el Trolebús atravesará la ciudad de Mérida a través de tres líneas:



La figura 3 muestra el recorrido de la línea número uno desde el inicio en el Terminal de Ejido, hasta llegar a la Hechicera.



**Figura 3. Línea 1 Ejido-La Hechicera**

**Línea 1: Ejido-La Hechicera:** desde el inicio de su recorrido en el terminal de Ejido, el trolebús dispondrá de canales exclusivos para circular por la avenida Centenario, la avenida Monseñor Chacón y por la avenida Andrés Bello hasta alcanzar el sector pie del Llano. Los canales de circulación de otros vehículos no se verán restringidos. En la avenida 16 de Septiembre los canales irán contiguos a la cerca perimetral del Aeropuerto Alberto Carnevali. De esta manera quedan dos canales de circulación y uno de estacionamiento en la calzada para el tráfico vehicular. El nuevo diseño de la vía permitirá un mejor acceso a los comercios y otros establecimientos ubicados a lo largo de esta importante arteria vial. Comenzando por la avenida Don Tulio Febres Cordero, entre el Polideportivo Luís Ghersy y la facultad de medicina de la Universidad de los Andes, el Trolmérida Circulará por el centro de la vía hasta completar cinco cuadras, donde dispondrá de un canal exclusivo para subir compartiéndolo con los demás vehículos para bajar. En la calle 26 y el Viaducto Campo Elías, el Trolmérida andará por canales exclusivos.

Por la avenida las Américas, irá por el centro hasta la plaza de toros, desde donde compartirá la calzada con el tráfico regular hasta llegar a la hechicera.

**Línea 2. La Parroquial – La Vuelta de Lola:** comienza con una estación de transferencia a la altura de la parroquia (Parque la Aviación), recorre la avenida principal de la Mata, continua por la avenida López Contreras, la avenida los Próceres, cruza por el paseo la Humboldt hasta la avenida las Américas y conecta con el viaducto Campo Elías, recorre toda la calle 26, entra al casco central de la ciudad y sube hasta la Plaza de Milla (Plaza Sucre), continua por la avenida Universidad y finaliza en el sector de la Vuelta de Lola en la entrada de Mérida desde el páramo.

**Línea 3. Tecnología Funicular:** esta ruta es de la llamada tracción por cable “Funicular del Chama” y consiste en un funicular que comunicará la meseta de Mérida con las poblaciones de la cuenca del Chama, con un recorrido que se estima será cubierto en aproximadamente unos 2 minutos.

### 1.10 Futuro del Transporte Público

A corto plazo, los modos de transporte existentes con tecnologías probadas serán mejorados. Las ciudades con tales sistemas extenderán sus líneas, mientras otras planean construir nuevas infraestructuras, que incluyen transporte rápido de cercanías, autobuses y sistemas de metro o subterráneo ligero. Las alternativas de bajo costo son las que tienen mayores posibilidades. También hay un gran interés por el ferrocarril de cercanías. Parte de este interés se debe al hecho de que muchas ciudades tengan corredores de ferrocarril sin utilizar y subutilizados que puedan proporcionar recorridos preferentes a bajo costo. A causa de la gran preocupación medioambiental, los trolebuses y los autobuses impulsados por combustibles alternativos reemplazarán a los motores diesel.

Hay una enorme variedad de nuevas tecnologías en el área de los sistemas de vehículos inteligentes. Por ejemplo, un trabajador podría disponer de información en

tiempo real en el ordenador de su casa, relativa a la hora en que llegará el siguiente autobús a la parada más cercana. La información para planificar el viaje también estará disponible. Las agencias de transporte usarán tecnologías avanzadas para la gestión del tráfico y la flota de sus vehículos. Los sistemas de control de vehículos que guiarán los autobuses a lo largo de corredores y rutas fijadas están en investigación: reducirán el retraso de los vehículos, incrementarán su capacidad y mejorarán su seguridad. La automatización a través de nuevas tecnologías puede proporcionar un medio para reducir el trabajo mientras aumentan el rendimiento y la seguridad.

Algunos sistemas de transporte de guiado automático funcionan en aeropuertos, centros comerciales, campos universitarios y parques. Su aplicabilidad en más de un uso es valorada continuamente. La investigación se desarrolla bajo la forma de vehículos de levitación magnética y suspendida en el aire. El control longitudinal, el espaciado, el encauzamiento y el control lateral están entre los principales problemas que precisan más desarrollo antes de que tales sistemas puedan ser ampliamente utilizados. Otros sistemas en desarrollo son los pasillos móviles, pensados sobre todo para distancias cortas, que trasladan a los peatones a una velocidad de tres a cinco veces la de paseo. Los sistemas de estructura única han sido diseñados para proporcionar conceptos de transporte avanzados. Los monorraíles suspendidos con columnas muy espaciadas o sistemas de cable pretensionados son ejemplos de sistemas de bajo costo por desarrollar.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

La importancia del transporte, tanto privado como público, es algo que aumenta en nuestra sociedad junto con el nivel de vida. El transporte requiere, hoy por hoy, una gestión impecable, tanto en organización, gestión y productividad, como en la comodidad, ya que esto representa un valor muy apreciado.

Para poder ofrecer estos valores a los usuarios es necesario tener una tecnología que permita controlar, gestionar y administrar vehículos en todo tipo de circunstancias, infraestructuras y condiciones climáticas y medioambientales.

El objetivo de este capítulo es mostrar la importancia de analizar los parámetros conceptuales referentes a los actores del proceso y a las características generales del Sistema de Transporte Público.

### **2.1 Aspectos Generales del Sistema de Transporte Público**

Para comprender mejor el sistema de transporte público de pasajeros y orientar la formulación de su plan operacional, se destacan a continuación algunas de sus conceptos y características fundamentales:

### **2.1.1 Interviene en la Organización y Estructura del Espacio Urbano**

El transporte de pasajeros es extremadamente sensible a las condiciones del medio ambiente. En general, privilegia y se beneficia de las áreas próximas a las estaciones y puntos de parada. De la misma forma su viabilidad económica está condicionada por la continuidad urbana a lo largo de su trazado.

### **2.1.2 Ofrece Resistencia al Cambio, por el Alto Costo de las Inversiones que Exige su Infraestructura**

Cualquier sistema de transporte exige para su circulación un espacio vial. En las áreas urbanas, entretanto la importancia de los nuevos espacios para la circulación exige elevados recursos financieros, principalmente junto a los centros ya consolidados, por la necesidad de obras complejas o de verdadero procesos de reurbanización en especial en el caso de los sistemas con vías propias, como el metro el tren liviano.

### **2.1.3 Representa la Mejor Opción para Evitar el Congestionamiento del Sistema Vial y de las Área Públicas de Estacionamiento**

En las áreas centrales de los aglomerados urbanos la circulación de los automóviles ocupa una superficie por persona transportada cerca de veinte veces superior a aquella ocupada por el transporte público.

### **2.1.4 Ofrece Igualdad de Oportunidad a los que no Disponen de Vehículos Propios, con Ventajas Importantes sobre el Transporte Particular**

En relación al transporte particular, el transporte público:

- Atiende a un mayor número de usuarios.
- Ocupa menor espacio vial por pasajeros transportado.
- Tiene menor consumo energético por pasajero transportado.

- Tiene menor costo de transporte por pasajero.

## 2.2 Modalidades de Transporte Urbano

Descomponiendo el conjunto de los modos de transporte de acuerdo con su tipo particular o público la naturaleza las vías de circulación permanente o compartida y la forma de tracción energía propia o con captación instantánea, se pueden identificar quince medios diferentes de transporte urbano.

El planteamiento del sistema de transporte público de pasajeros de una región se debe iniciar por la identificación de los intereses de la mayoría de sus usuarios y de la adecuación de las condiciones locales del sistema tanto en términos urbanísticos como económicos y operacionales.

La figura 4 muestra un reagrupamiento de los medios de transporte en un número limitado de de cinco grandes familias divididas por similitud.

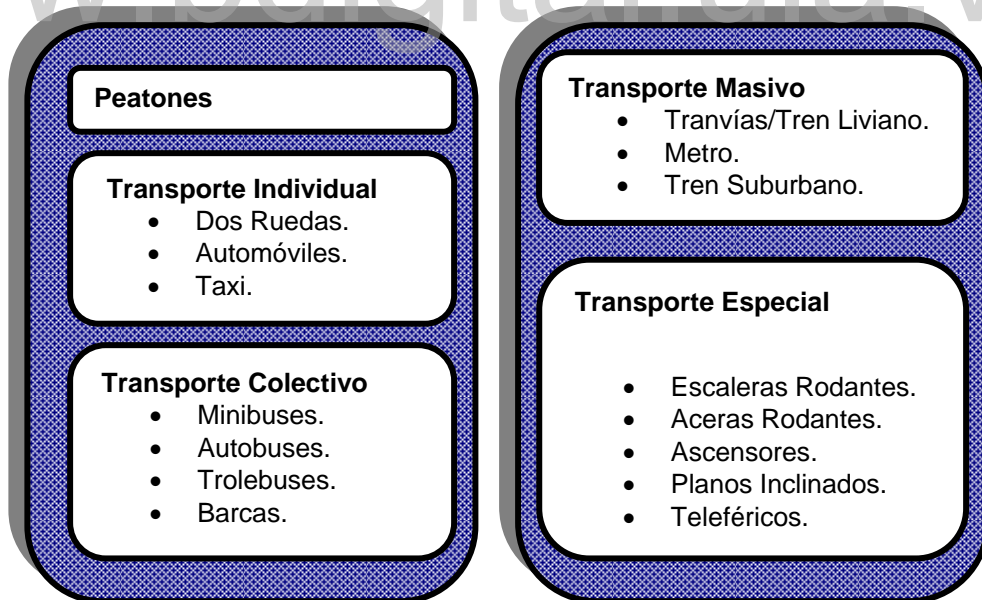


Figura 4. Clasificación de las Modalidades de Transporte

Cada modo de transporte tiene su historia, su dinámica de desarrollo sus condicionantes técnicas propias, sus características particulares de explotación, resultando un sistema extremadamente complejo ligado a:

- La presencia y a las características de la ruta del transporte.
- La localización de las estaciones y puntos de parada.
- La forma de explotación.
- La calidad del transporte.

### 2.3 Estructura Operativa

En un área urbana se puede elegir dos funciones principales para los sistemas de transporte público Captación/Distribución y traslado.

La primera función está relacionada con las condiciones de atención al usuario en los lugares de origen y destino de su viaje, tomando en consideración que la proximidad del itinerario, la cantidad y localización de los puntos de parada y la frecuencia de los servicios son los aspectos más significativos. En los trechos donde el transporte ejerce esta función, se toleran las bajas velocidades medias /bajas.

La segunda función, traslado está directamente relacionada con los tramos intermedios del desplazamiento o más preciso aún, con la diversas rutas de transporte que se consolidan en un itinerario. Si el gran número de rutas en itinerarios semejantes representa para los usuarios una oferta elevada y diversificada, por otro lado no responde a las expectativas de otros tipos de usuarios, más interesados en la rapidez del traslado. Para estos, lo ideal sería la reducción del número de paradas intermedias. El conflicto de interés, como se ve, es un problema que debe ser equilibrado. De cualquier forma en los tramos en que el transporte ejerce una función de conducción o traslado, se esperan mayores velocidades de recorrido.

La estructura operacional consiste en la representación lógica de la operación de STPP, relacionado directamente con las condiciones de atención a las dos

funciones anteriores expresadas a través de ella, los diferentes servicios ofertados de consolidan en una red de transporte público de la región.

Para orientar la formulación de una estructura operacional del STPP, se deben abordar los siguientes aspectos:

- Las definiciones y los principales conceptos considerados en la operación de un STPP.
- La clasificación de los servicios prestados de los tipos de rutas y de los viajes.
- La lógica operacional, resultado se una filosofía de prestación de servicios.
- La formulación de una red de transporte público destacando las consideraciones más importantes para su montaje.

### 2.3.1 Definiciones

Para el análisis y la elaboración de una red de transporte público se definen una serie de conceptos básicos:

**Servicio:** formas operacionales de atención a las diferentes necesidades de desplazamientos de la población.

**Ruta:** servicio regular de determinado medio de transporte, siguiendo reglas operacionales propias y con un conjunto de componentes que la identifican: itinerario, puntos terminales, flota operacional, tarifas.

**Itinerario:** trayecto predeterminado a ser recorrido por los vehículos entre los puntos extremos de la ruta, definidos por las vías y las localidades atendidas.

**Punto Terminal:** es el punto extremo del itinerario de una ruta donde ocurre el inicio o término de los viajes.

**Flota:** es el conjunto de vehículos a la disposición de los servicios de transporte público de una región y/o ruta.



**Frecuencia:** es el número de viajes unidireccionales por la unidad de tiempo o periodo fijado.

**Intervalo “headway”:** es el tiempo transcurrido entre el paso de dos vehículos sucesivos de una misma ruta, en un mismo sentido, por un punto de referencia y que representa el inverso de la frecuencia.

**Seccionamiento:** es la delimitación de uno o más tramos de los itinerarios donde pueden ocurrir ajustes operacionales (retorno) o tarifarios (cambio en el valor de una tarifa).

**Tarifa:** es el valor a ser cobrado al usuario para garantizar su derecho de transporte en una determinada ruta vehiculo, horario y tramo preestablecido.

### 2.3.2 Clasificación de los Servicios

Los servicios que integran un Sistema de Transporte Público pueden ser clasificados en: regulares, complementarios, extraordinarios, experimentales, especiales y turísticos.

**Regulares:** son aquellos que atienden continua y permanentemente las necesidades básicas de transporte de la población obedeciendo a los horarios e intervalos de tiempo preestablecidos. Las rutas que atienden los servicios regulares deben contemplar tanto los horarios normales de operación (en días laborales y en los fines de semana) así como los que corresponden a carácter social (horarios nocturnos y días feriados) de acuerdo con la demanda de transporte de la región en cuestión.

**Complementarios:** son aquellos que una vez atendidas las necesidades básicas de transporte de la población por medio de los servicios regulares ofrece a los usuarios:

- Transporte opcional. Comprendiendo condiciones operacionales, tarifas y vehículos especiales (rutas selectivas o ejecutivas).

- Transporte específico. Para atender a los grandes polos generadores de tránsito en días, horarios e itinerarios propios (centrales de abastecimientos, centros de compra, etc.).

**Extraordinario:** son aquellos realizados para la atención de necesidades excepcionales de transporte causadas por:

- Eventos Especiales. Show populares, competencias deportivas exposiciones, etc.

- Situaciones de Emergencia. A consecuencia de paralización de parte servicios de transporte público de una región (accidentes, inundaciones, huelgas, etc.).

**Servicios Experimentales:** son aquellos ejecutados con carácter provisorio, para verificar su viabilidad económica y operacional, antes de su implantación definitiva. Deben tener un plazo de operación prefijado (relativamente corto: aproximadamente tres meses) y estar acompañados de una serie de estudios para su evaluación.

**Servicios Especiales:** son aquellos realizados para atender usuarios específicos y con características operacionales exclusivas para cada ruta. Se dividen en:

- Fleteados transporte puerta a puerta, con objetivos comerciales mediante el cobro de tasas mensuales por la prestación de servicios y la garantía en un lugar reservado en los viajes y horarios preestablecidos (escuelas industrias conjunto de oficinas, etc.).

- Patrocinados de naturaleza semejante al anterior pero sin objetivos comerciales que son costeados por órganos o entidades públicas/privadas.

**Turísticos:** atención a puntos de interés regional y pueden ser permanentes (lugares turísticos) o eventuales (convencionales).

### 2.3.3 Clasificación de las Rutas

Las rutas de una red de transporte público deben ser planificadas de acuerdo a las características de los usuarios del área de influencia específica, considerando tanto las condiciones de la demanda como los aspectos socioeconómicos y urbanísticos de la región.

Las rutas pueden clasificarse en tres formas distintas de acuerdo con su jurisdicción, cobertura geográfica y función.

**Jurisdicción:** es el enlace administrativo – institucional de la ruta inherente a la esfera política del poder concedente. Puede ser:

- Municipales. Si están comprendidos dentro de los límites de un municipio.
- Intermunicipales. Si interconectan dos o más municipios conurbados.

**Cobertura Geográfica:** es la forma de inserción de sus itinerarios en el área urbana. En relación a este aspecto las rutas pueden ser:

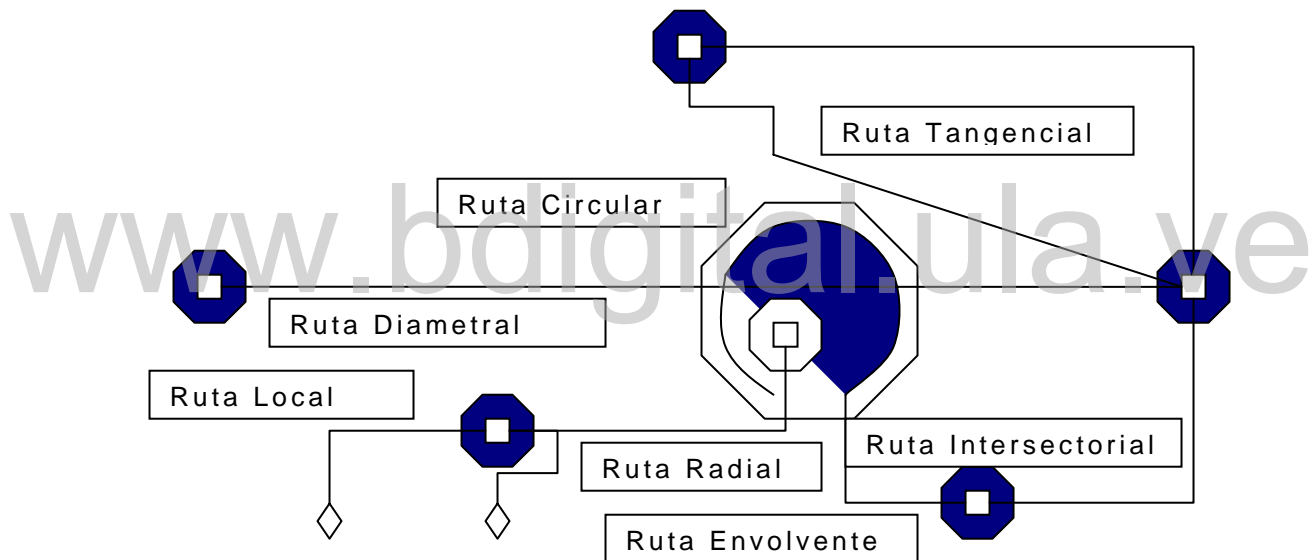
- Radiales. Son aquellas que conectan el área central con otros puntos urbanos. Radiales envolventes son aquellas con características radiales bien sea (en los corredores) o circulares (en el tramo del centro).
- Locales o sectoriales. Son aquellas cuyo itinerario está totalmente contenido en un barrio o urbanización (o sector de actuación de la empresa).
- Diametrales. Son aquellas que conectan un barrio pasando por el área central.
- Circulares. Son las rutas que tienen un itinerario perimetral en torno a una región (área central) recorriéndola en un único sentido y con apenas con un punto terminal (y de control operacional) que atienden la función de capacitación/distribución,

principalmente para los desplazamientos en áreas densas (centro) u ocasionales (nuevos lotes).

- Intersectoriales. Son aquellas que conectan dos barrios o sectores sin pasar por el área central.

- Tangenciales. Son aquellas que conectan dos barrios pasando de manera tangencial al centro.

La figura 5 muestra como pueden clasificarse geográficamente las rutas de acuerdo a la inserción de sus itinerarios en el área urbana.



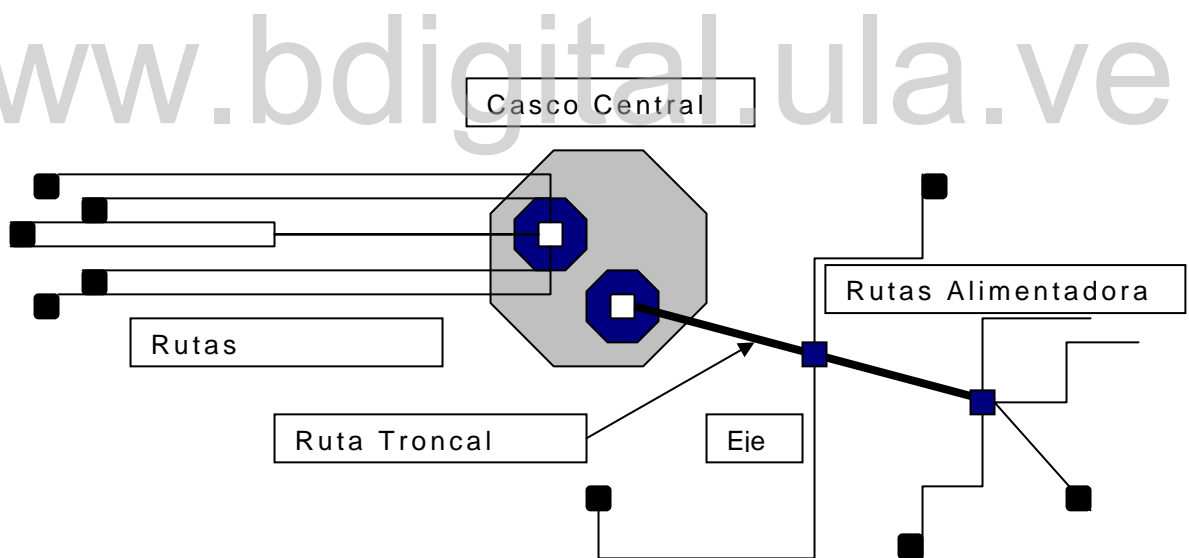
**Figura 5. Clasificación Geográfica de las Rutas**

**Función:** es la forma como cada ruta atiende a su objetivo en la red de transporte público. En este aspecto la ruta puede ser:

- Convencional. Ejecuta la capacitación/distribución así como el traslado, sin necesidad de integración operacional.

- Troncal. Opera básicamente en grandes corredores con elevada demanda y atendiendo a las funciones de traslado (como un “metro de buses”).
- Alimentadora. Opera en las vías secundarias desempeñando la función de capacitación/distribución; en un sentido colecta y transporta a los usuarios hacia las rutas troncales, en el sentido inverso efectúa la distribución de los usuarios.
- Selectiva. Presta un servicio complementario al transporte básico de la población, con vehículos dotados de equipamientos especiales; presenta una capacidad limitada al número de pasajeros sentados y una tarifa generalmente más elevada que las demás.

La figura 6 expone como pueden clasificarse las rutas de acuerdo a la forma como cada una de ellas atiende a su objetivo en la red de transporte público.



*Figura 6. Clasificación de las Rutas*

### 2.3.4 Tipos de Viajes

En términos estrictamente operacionales, los viajes de los vehículos en una ruta pueden ser:

**Comunes:** son aquellas que atienden a todos los puntos de parada y estaciones de un trasbordo a lo largo del itinerario.

**Expresas:** son aquellas que se realizan con un número reducido y predeterminado de puntos de parada, bien espaciados a lo largo del itinerario; en general relacionados con la presencia de un gran polo generador de tránsito, garantizan una mayor velocidad del vehículo.

**Directas:** son aquellas que se relacionan sin puntos de paradas a lo largo del itinerario, interconectando directamente los puntos terminales; presentan una elevada velocidad.

**Suplementarias:** son aquellas realizadas en base al incremento de las frecuencias u horarios normales, pudiendo atender a demandas eventualmente mayores en tramos de la ruta.

### 2.3.5 La Lógica Operativa

La lógica operativa de un transporte público consiste en la formulación de una filosofía de prestación de los servicios, de forma tal de aumentar la eficiencia de los vehículos y de los terminales y reducir los costos de transporte.

Para su elaboración se deben analizar las condiciones de:

**Operaciones de las Principales Vías de Circulación:** el sistema operacional de las principales vías de circulación pueden ser caracterizados de dos maneras: como corredor de transporte o como eje de transporte.

La diferencia entre estos dos conceptos está en el trazado de la ruta. Si existe una superposición de los itinerarios de diversas rutas (convencionales), se tiene un corredor de transporte; si son pocas rutas troncales se trata de un eje de transportes.

Para comprender mejor esta situación se debe analizar la dinámica evolutiva de las rutas de transporte público.

El transporte público es introducido en un área urbana en evolución gradual, flexible, a fin de ir adecuándolo a las necesidades. Tal procedimiento puede significar una extensión de las rutas existentes así como la creación de nuevas rutas (derivadas de las originales). Con esto, las principales vías de circulación acaban por recibir un número elevado de rutas de autobuses, provocando una saturación en las condiciones de circulación o en la capacidad de atención en los puntos de parada.

Para racionalizar la operación en estas vías se debe reducir el número de vehículos que en ellas circulan, esto se hace de dos formas: a través del desvío parcial del itinerario de algunos viajes (sin dejar de atender a los usuarios con destinos a los extremos de la ruta) o a través del seccionamiento de algunas rutas (manteniendo el nivel de atención y reduciendo el tiempo de parada y espera).

En el primer caso, se amplía el área de alcance de la red de transporte por la creación de corredores secundarios; en el segundo, se obtiene una red más simple y estructurada (ejes de transporte) con una mayor racionalización en el uso de los vehículos, mayor frecuencia en la atención de la función de traslado y mejor atención en la función de capacitación/distribución de las áreas periféricas de una forma general, la adopción de una filosofía basada en el concepto de ejes de transporte debe considerarse cuando la demanda del transporte fueran significativas en el orden de 9000 Pas/h/sentido y cuando constituyan una primera etapa para el cambio de tecnologías en la búsqueda de mayores capacidades de transporte.

**Atención Especial de la Demanda:** la principal preocupación en la formulación de una lógica operacional es la adecuación de las características de oferta a las características de la demanda, en especial a su distribución geográfica.

La gran mayoría de los desplazamientos de una ciudad están orientados hacia su núcleo central. Con esto la forma inicial de una red de transporte público urbano

es el de una “estrella” irradiada a partir del casco central, cada una de ellas representadas por una ruta radial.

Con el crecimiento del área urbana, entretanto, los desplazamientos entre puntos opuestos al área central comienzan a ser más frecuentes, obligando a la implantación de rutas diametrales para reducir el número de transferencias entre rutas del área local.

El esquema estándar formado por las rutas radiales y diametrales, muchas veces, debe ser contemplado por algunas rutas circulares, que además de atender a un razonable número de desplazamientos internos, permiten la complementación satisfactoria de las demás rutas.

Desde el punto de vista estricto del desplazamiento, el uso de unas rutas circulares muy extensas es contraproducente, ya que el usuario difícilmente tomará un itinerario semicircular si existe la posibilidad de desplazarse en una ruta diametral más directa; en estos casos se debe prever el uso de otra ruta circular en sentido contrario.

En caso de que existan condiciones prácticas (esquemas de circulación, capacidad de tránsito en la vía, etc.), conviene implantar rutas radiales envolventes en el área central. Se obtiene una ruta radial envolvente cuando se agranda o extiende determinada ruta radial de un itinerario típico a ruta circular, en torno al centro.

Completando la tipología básica se puede también relacionar otros dos tipos de rutas: rutas intersectoriales que atienden la demanda de viajes de carácter perimetral; y rutas locales que se concentran en una pequeña área como ruta local y tiene una extensión corta.

**Áreas Terminales:** las áreas terminales se caracterizan por la concentración de puntos iniciales y/o finales de varias rutas. Esta concentración puede ocurrir en un lugar



único (Terminal propio) o estar distribuidas a lo largo de las aceras junto al área central o en subcentros (Terminal impropio).

En la mayor parte de las áreas urbanas son precarias las condiciones de embarque/desembarque de pasajeros. No existen los terminales urbanos y la concentración de persona y vehículos pasa a tener lugar en las mismas vías, perjudicando el tránsito, dañando el pavimento e incomodando el uso del suelo.

Los terminales, además de prestar mejores servicios a los usuarios, permiten la integración física entre diversas rutas y facilitan la fiscalización por parte del poder público; principalmente con relación a las salidas y llegadas de los vehículos.

Se debe decir, sin embargo, que la implantación de grandes terminales junto a las áreas es consecuencia directa de las condiciones específicas de cada ciudad y del tipo de demanda de transporte de su población. Así la cantidad de desplazamientos con destino al área central, su distribución espacial en el centro, la cantidad de transferencias de rutas, las condiciones de las vías de circulación para acceso y la disponibilidad de áreas libres, condicionan la implantación de grandes terminales.

***Integración de los Transportes:*** la integración de los transportes en un área urbana consiste en la adecuación de las diferentes modalidades de las funciones de capacitación/distribución y de traslado a los tipos de servicio que prestan a la población, de forma de obtener el máximo rendimiento económico operacional de de cada una de ellas.

La integración de los transportes se puede dar de tres formas:

- Integración física, efectuada por la estructura espacial de las rutas del transporte público que presentan itinerarios que se entrecruzan, o se ubican próximos unos de otros.

- Integración operacional, efectuada por la coordinación de los servicios en términos de horarios, frecuencias e itinerarios complementarios.
- Integración tarifaria, efectuada para minimizar los costos de transporte para el usuario y para suplir deficiencias en la propia red de transportes, que se ve imposibilitada de atender espacialmente a toda la demanda; puede ser utilizada conjuntamente o no con la integración física y operacional.

Para que las diferentes modalidades de transporte tengan una operación integrada, es necesario que ellas realicen las operaciones combinadas, debiendo, para esto estudiarse con atención: la localización y equipamiento de los terminales, la frecuencia de los Servicios, la relación entre los volúmenes de pasajeros y la capacidad de transporte de las diferentes modalidades.

La operación integrada entre medios de diferentes capacidades, como tren-autobús, o metro-autobús, debe ser planificada con cuidado, de modo que se evite la ocurrencia de puntos de embotellamiento en los terminales donde se efectúa las operaciones de transferencia.

### **2.3.6 Elaboración de una Red de Transporte**

Se define una red de transporte público como la agregación espacial de las diferentes rutas de transporte en conjunto con sus respectivos parámetros operacionales.

La existencia de esa red de transportes y su divulgación conveniente posibilitan a usuarios el conocimiento de la opciones de transporte para, a partir de allí seleccionando las rutas, los recorridos, los lugares de transferencia, los puntos de acceso al sistema, etc., es decir como efectuará el desplazamiento pretendido.

A continuación se presentan algunas consideraciones para la formulación de una red de transporte público:

- La elaboración de una red es efectuada normalmente a partir de la atención del área central de la ciudad, en general con el trazado de lagunas rutas radiales y diametrales.
- Los servicios de autobuses deben evitar trazados paralelos y próximos a las rutas de metro y trenes de suburbio, para evitar la división de los usuarios y no crear deseconomías al sistema como un todo.
- El número de rutas de autobuses debe ser limitado, de modo que los usuarios puedan entender el sistema y encontrar la mejor forma de utilizarlo.
- Para facilitar la comprensión de los usuarios los itinerarios en los dos sentidos deben ser más semejantes posibles, cambiando solos en función de los esquemas de circulación del tránsito. En el caso de rutas circulares, que sean muy largas, es importante que haya otra ruta circulando en sentido inverso.
- Las rutas urbanas deben ser arregladas de tal forma que con el máximo de una transferencia sea posible atender a la absoluta mayoría de los desplazamientos.
- El transporte público debe usar el mínimo de vías posibles, facilitando la comprensión al usuario y posibilitando la integración entre rutas.
- Las transferencias resultantes de la lógica operacional del sistema solo deben tener una tarifa suplementaria en el caso que hayan otras ventajas para el usuario (rapidez en el desplazamiento, mejor condición de confort o elevada frecuencia del servicio).
- La selección de la tecnología del transporte debe adecuarse a la función que ejerza la lógica operacional de la red; el propio diseño interno del vehículo debe estar adecuado a esa función.

### **2.4 Tecnología del Transporte Público**

La tecnología de los transportes públicos de pasajeros debe ser analizada principalmente sobre los siguientes aspectos:

### 2.4.1 Tipo de Tracción del Vehículo

- Vehículos autoportante de fuente energética: son aquellos que cargan la propia fuente de energía, como en el caso de los autobuses en general. Atienden adecuadamente la función de captación/distribución.

- Vehículos con Captación Instantánea de Energía Motriz: son aquellos que poseen equipamiento de contacto con la fuente energética, transmitida a través de una red de alimentación, como metros, trenes de suburbio y trolebuses. Se recomienda su uso para la atención de gran demanda de transporte, toda vez que, a la par de los altos costos de implantación, presentan una gran capacidad de transporte y elevada velocidad que consiguen mantener principalmente en vías exclusivas o con tratamiento preferencial de circulación.

Siendo un sistema de media capacidad, el autobús también puede ser utilizado en algunos corredores como una alternativa a la tecnología de alta capacidad, toda vez que:

- Comparte con el tránsito general el mismo sistema vial.

- Transita indiferentemente tanto en las vías expresas como en las vías arteriales y locales.

- No se requiere cambios significativos en la geometría de las vías (excepto en puntos de paradas importantes).

- Acompaña la evolución urbana, pues atiende bien a las nuevas urbanizaciones, apenas con la extensión de las rutas existentes, y se adapta con facilidad a las nuevas demandas.

- Puede ser utilizado por rutas con diferentes funciones convencionales, troncales, alimentadoras, etc.

- Puede ser operado en múltiples tipos de servicios, regulares o especiales.

### 2.4.2 Desempeño Operativo

Considerando que el factor tiempo es fundamental en el transporte público, la evolución tecnológica de los vehículos procura mejorar su desempeño a través de motores más potentes, para garantizar velocidades elevadas, así como una buena tasa de aceleración y desaceleración.

Estas características, exclusivas a cada modalidad de transporte, están directamente relacionadas con el espaciamiento entre estaciones/puntos de parada.

Por ejemplo, el metro que posee estaciones espaciadas (1.2Km.), debe presentar una alta tasa de aceleración/desaceleración para resultar en velocidades comerciales del orden de 35Km/h (el mismo puede llegar a lograr velocidades puntuales hasta de 100Km/h).

El tren suburbano, que tiene un espaciamiento medio entre estaciones de 4.0Km, prescinde de una tasa de aceleración muy alta, y puede aún así lograr velocidades comerciales del orden de los 45Km/h.

Para los autobuses urbanos con paradas más frecuentes aproximadamente cada 200m, la velocidad comercial oscila en torno a los 15Km/h y, en situaciones con tratamiento preferencial en la circulación, este valor puede alcanzar 25Km/h.

Las características tecnológicas del vehículo, por lo tanto deben adecuarse a la disposición de los puntos de las paradas del itinerario, y viceversa, para minimizar el efecto de las interrupciones del viaje en la velocidad comercial.

### 2.4.3 Tipos de Autobuses Urbanos

La gran cantidad de modelos de autobuses adecuados al transporte público, con dimensiones, capacidades, y concepciones muy diversas en cuanto al fabricante del chasis y el ensamblador de la carrocería.

Los diversos, entretanto, pueden ser agrupados en cuatro tipos:

**Microbuses:** son utilizados generalmente en las conexiones rápidas entre dos polos urbanos con un número restringido de paradas intermedias, en conexiones entre terminal de ruta y un polo generador de tránsito (conjunto residencial, centro de compras, etc.), o entonces como circular en áreas comerciales.

**Minibús:** presta alta versatilidad de uso en las áreas urbanas (vías estrechas o con fuerte declive en tránsito compartido, etc.) y, por lo tanto es de utilización prácticamente ilimitada.

**Autobús de Grande Porte:** debe ser utilizado en rutas de gran demanda de usuarios, cuyo itinerario sea favorable a la circulación de vehículos de grandes dimensiones. Su uso en las rutas de gran frecuencia reduce el número de vehículos necesarios para la operación, sin inconvenientes sensibles para los usuarios y con gran ventaja para la circulación del tránsito en general.

**Autobús Extraurbano:** es utilizado en rutas especiales, con alto patrón de confort no lleva pasajeros de pie; posee asientos individuales y tapizados y mayor espacio entre los bancos; tiene tratamiento acústico, de iluminación, y de circulación de aire, y en casos excepcionales, posee ambiente musical y luz individual de lectura. Frente a estas características, su uso se concentra en rutas que atienden a aeropuertos, centros de convenciones, circuitos culturales o de recreación y otras rutas de transporte selectivo.

### 2.4.4 Diseño Interior

Para un vehículo de transporte público, cuyos viajes son relativamente rápidos (en promedios duran menos de 60 minutos), las exigencias de confort atienden al espacio destinado al usuario sentado o de pie. Las precauciones respecto al tipo de asiento, nivel de ruido, temperatura interna, etc., son de carácter secundario apenas en los llamados de servicios complementarios (rutas selectivas o ejecutivas).

En principio, no se considera viable la fijación del número y la disposición de asientos como una regla fija, debiendo en cada caso ser definida por el órgano concedente. Como orientación general se mencionan algunos valores obtenidos de observaciones prácticas.

**Rutas Cortas:** con tiempos menores a 15 minutos no exigen muchos asientos, pudiéndose fijar una proporción aproximadamente de 3:1 entre pasajeros de pie y sentados.

**Rutas Medias:** entre 15 y 30 minutos, con alta demanda rutas troncales, viajes expresas/directas, necesitan gran cantidad de asientos y elevado espacio para el y transporte de pasajeros de pie. Se recomienda el uso de vehículos de mayor porte, presentando una proporción de 2:1 entre pasajeros de pie y sentados.

**Rutas Largas:** más de 30 minutos, con baja rotación de usuarios, exige un número razonable de asientos (dos filas de bancos doble), en una proporción 1:1 están en este caso las rutas radiales convencionales.

**Rutas Diametrales:** en general de larga duración y elevada rotación, exige un número razonable de asientos y también un gran espacio para la circulación interna, se recomienda mantener la proporción 2:1 y con buses grandes.

**Rutas Circulares:** en general de corta duración y con elevada rotación, prácticamente no precisan asientos, sino un respaldo lateral.

Se siguen las siguientes consideraciones:

- Siempre que sea posible, colocar los asientos volteados hacia el sentido del movimiento del vehículo, pues son más seguros, transmiten mejor las variaciones de aceleración/desaceleración y protegen mejor los pies de quienes viajen sentados. La colocación de bancos laterales causa desconfort psicológico, toda vez que el movimiento puede inclinar al usuario sobre el vecino; en los pares de bancos enfrentados el movimiento puede provocar enojos o incomodidad en los usuarios.

- El corredor de circulación no debe tener partes salientes, para no provocar tropiezos y su superficie debe ser material anti-resbalante tanto en condiciones secas como mojadas.

- El torniquete debe colocarse, cuando sea el caso, en el corredor de circulación para registrar el número de pasajeros que fueron transportados. Su posición afecta sensiblemente el tiempo de embarque, principalmente cuando la tarifa no es única o hay necesidad de dar cambio en el pago. Así, el torniquete debe localizarse, en los buses que tengan cobrador, de forma que provea un área capaz de acomodar de 12 a 15 personas de pie, aguardando su momento de pagar.

- Las puertas de servicio deben ser en número mínimo de dos, cuando haya pasajeros de pie; una para embarque y la otra para desembarque. Cuando se disponga apenas de dos puertas, cada una deberá localizarse lo más próximo posible de cada extremo del vehículo, si hubiera una tercera puerta deberá localizarse en el entre-eje lo más próximo posible del centro.

- Las gradas deben estar firmemente fijadas a la carrocería, tener superficies anti-resbalante y los bordes claramente visibles y libres de salientes.



## **2.5 Infraestructura de Apoyo**

La infraestructura del transporte público está formada por el conjunto de vías de circulación, de los terminales de transferencia y puntos de paradas, de los garajes de mantenimiento del vehículo y de los sistemas de alimentación y distribución de energía.

Para los medios de transporte que utilizan vías propias, se exige el desarrollo de un proyecto completo de ingeniería compatible con el vehículo y el sistema de control a ser utilizado.

Para los medios de transporte que comparten el sistema vial con otros vehículos, pueden relacionarse algunos aspectos:

### **2.5.1 Ajuste de la Geometría en las Vías**

La acción del poder público, en este caso, consiste en la elaboración e implementación de pequeños proyectos viales en puntos localizados para corregir el alineamiento de las vías en función de la circulación de los vehículos de transporte público. Su objetivo es tornar más fácil la circulación de los vehículos y aumentar su velocidad, con la consecuente reducción en el tiempo de viaje.

### **2.5.2 Ajuste en las Condiciones de Pavimento**

Para atender esta exigencia, se parte de la formulación de un programa de pavimentación y mantenimiento de vías por donde circulan vehículos de transporte público, de modo de garantizar su plena utilización en todas las situaciones.

De este programa costa el adecuado dimensionamiento del pavimento para el tránsito de vehículo pesado y la supresión de obstáculos en las calzada transitables. El Sistema de Transporte Público de Pasajeros es beneficiado de inmediato por este

programa, por la disminución de costos, la mayor regularidad, generando en consecuencia una mayor velocidad comercial y el aumento virtual de la flota.

### **2.5.3 Adecuación de los Itinerarios**

El uso del suelo debe ser muy bien analizado para que las actividades allí desarrolladas no sean perjudicadas por el flujo de actividades y por la inevitable concentración de las personas junto a los puntos de paradas; de manera inversa, el libre curso de los autobuses y el embarque/desembarque de pasajeros no debe ser perjudicado por las actividades desarrolladas en el suelo.

Por estas razones, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Localización de los puntos de paradas.
- Localización de las entradas y salidas de los estacionamientos de automóviles.
- La reserva junto al brocal.
- La compatibilidad de actividades de carga y descarga con el libre desempeño del autobús.
- La compatibilidad del cúmulo de circulación peatonal.
- La localización de los puntos generadores de usuarios.

### **2.5.4 Localización y Proyectos de Áreas Terminales**

La localización de las áreas terminales es consecuencia directa de la estructura operativa planificada para el STPP. El proyecto de las áreas terminales debe considerar tanto los aspectos de circulación de los vehículos (número de bahías ancho de las calzadas, etc.), como el volumen de peatones/usuarios, que esperan en transporte o circulan desde/hacia el terminal hasta su destino (esto involucra como el ancho de plataformas, lugares de cruce de los peatones, condiciones para refugios a la intemperie, etc.).

# CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA

El conocimiento es un proceso naturalmente teórico-práctico, donde las ideas deben ser confrontadas permanentemente con los hechos para poder afirmarlas o negarlas. Se comprenderá entonces la importancia de perfilar un modelo conceptual y operativo que nos permita lograr tal objetivo.

Este capítulo se ocupa precisamente de esa tarea, nuestro objetivo es construir un instrumento de evaluación que nos permita obtener la percepción de la población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica, además de contrastar algunos hechos con teorías.

La figura 7 ofrece un resumen sobre la estructura utilizada en la investigación. Dicha estructura muestra el modo como cada uno de los objetivos del estudio se comunica con el sistema de indicadores a través del cual evaluamos la eficiencia del Sistema de Transporte Público y la percepción del Sistema de Transporte Trolmérica, que unidos conforman el Sistema Integral de Transporte Urbano.

Para demostrar el comportamiento del sistema integral de transporte urbano de manera exhaustiva y cuantificable, se contrastan las expectativas, traducidas como

indicadores subjetivos, con indicadores objetivos calculados por el investigador; relacionados con el sistema de transporte actual y el sistema propuesto.

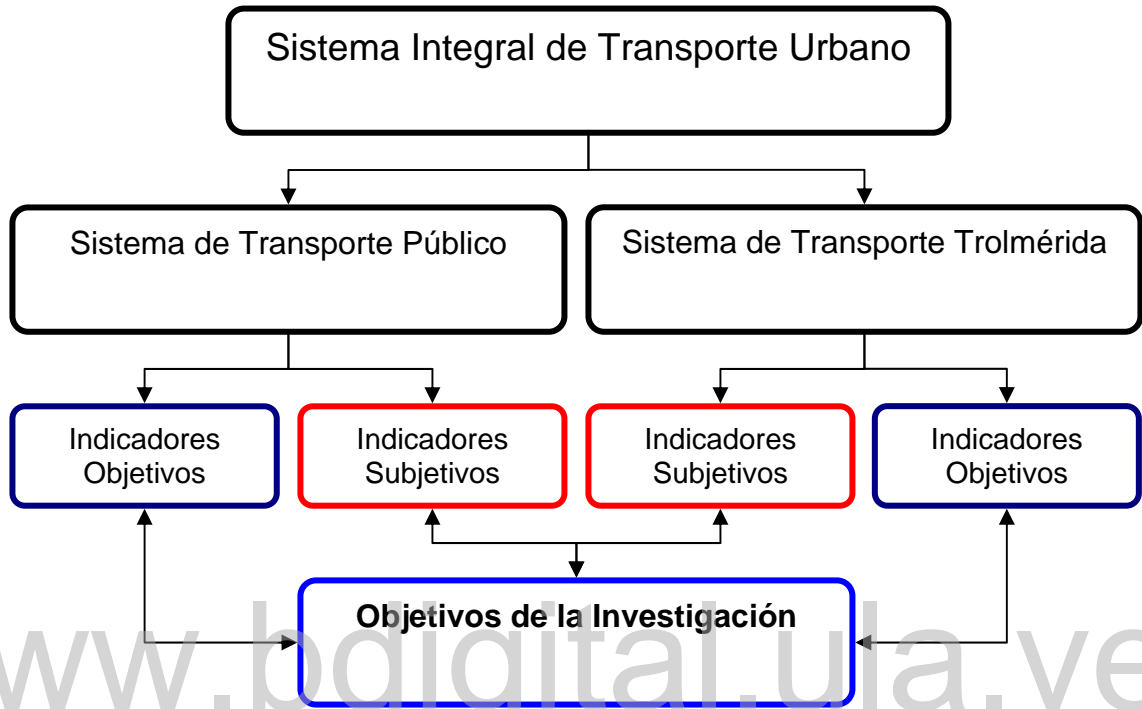


Figura 7. Estructura de la Investigación

Esta investigación se desarrolla en cuatro fases donde cada una de ellas se explica de manera independiente. La estructura de estas fases describe la metodología utilizada en el desarrollo de este estudio. Con esto se persigue definir, justificar y fundamentar el problema; además determinar y depurar las estrategias que se necesitan para formular el esquema de investigación definitivo.

A continuación se describen dichas fases:

**Primera Fase:** Familiarización con el Problema.

**Segunda Fase:** Diseño de Muestro.

**Tercera Fase:** Organización y Manejo de los Datos.

**Cuarta Fase:** Análisis Estadístico Multivariante.

### **3.1 Familiarización con el Problema**

Las fases mencionadas anteriormente se inician con la realización de una revisión bibliográfica. Con esto se persigue adquirir los conocimientos básicos sobre el área de transporte, de tal manera que nos permita perfilar en forma definitiva las estrategias del proyecto.

A partir de información básica existente de estudios anteriores y de entrevistas personales por parte del investigador a personas expertas en el área de transporte se seleccionan los componentes del Sistema Integral de Transporte Urbano que reportan una cobertura más amplia del área de estudio.

### **3.2 Diseño de Muestreo**

En la investigación científica es habitual que se empleen muestras como medio de acercarse al conocimiento de la realidad. Sin embargo, para que esto sea posible, para que a través de las muestras sea viable representar el universo con una precisión aceptable; en cada caso es necesario que el diseño de muestreo congregue los componentes principales de las técnicas de muestreo.

Antes de pasar describir el método de muestreo utilizado en esta investigación se procede a introducir algunos conceptos importantes en este contexto:

#### **3.2.1 Elemento**

Es una persona residente en el área metropolitana de la ciudad de Mérida. La medición tomada en un elemento es su percepción respecto a la implementación del Sistema de Transporte Trolmérida y a la eficiencia mostrada por parte del Sistema de Transporte Público.

### 3.2.2 Población

Es la colección de personas adultas en el área metropolitana de la ciudad de Mérida. La característica (medición numérica) de interés por cada miembro de esta población es su percepción sobre el sistema Integral de transporte Urbano. Se entiende por adulto toda aquella persona mayor de dieciocho años de edad.

**3.2.3 Estratos:** los elementos la población están divididos en dos estratos:

*Estrato 1:* a este estrato pertenecen las personas que utilizan diariamente con mayor frecuencia el sistema de transporte público.

*Estrato 2:* está conformado por aquellas personas que utilizan el vehículo privado como su principal medio de transporte.

### 3.2.4 Tipo de Muestreo

Para obtener información que permita conocer el comportamiento de una o más características en la población con respecto a las expectativas sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérida, desde ella se selecciona un conjunto de elementos (individuos), a los cuales se les observa la o las características de interés.

Para lograr lo antes expuesto se utiliza un Muestreo ad-hoc estratificado, por conglomerados.

El Procedimiento empleado es el siguiente:

- Se consideran dos categorías típicamente diferentes entre si denominadas estratos con gran homogeneidad respecto al principal medio de transporte utilizado diariamente por la población.
- Determinar el tamaño muestral **n**.

- Definir el intervalo  $k$ , y elegir un número  $p$  al azar entre  $1$  y  $k$  como punto de partida para la numeración de los elementos de la muestra.
- Seleccionar los elementos correspondientes a la muestra de acuerdo a los lugares que ocupan:  $p, p+k, p+2k, \dots, p+(n-1)k$ .
- Aplicar el instrumento de medición.

**Ventajas:** una de las principales ventajas de este tipo de muestreo es que tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de las variables seleccionadas.

Es económico y de fácil aplicación en el campo, y está menos expuesto a los errores de selección que comenten los investigadores de campo. Finalmente garantiza una cobertura de unidades de todos los tipos cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia.

**Desventajas:** los análisis son complicados, en muchos casos la muestra tiene que ponderarse; es decir asignar pesos a cada elemento [Pérez, 2004]. Dichos análisis mas allá de ser llevados a cabo a través de un método científico representa un arte expresado por parte del investigador, por lo que este debe ser lo suficientemente objetivo para que su opinión particular no se vea reflejada en el resultado final.

### 3.2.5 Tamaño de la Muestra

Cada estudio tiene un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con una seguridad aceptable. Para el cálculo del tamaño muestral en cada tipo de estudio existe una fórmula estadística apropiada. Se basa en el error estándar que mide el intervalo de confianza de cada parámetro que se analiza. La precisión estadística aumenta cuando el tamaño muestral crece.

El tamaño de la muestra depende del parámetro a estimar, de la precisión es decir de la amplitud del intervalo de confianza, y del nivel de confianza que habitualmente es del 95%.

Para efectos del cálculo del tamaño muestral partimos de:

Datos:

$$\alpha = 0.05$$

$V(X_i)$ : Varianza de la pregunta i

S : Score  $r_i$  : opción i de una pregunta

Partiendo de :

$$r_0^2 * P(r_0^2) + r_1^2 * P(r_1^2) + r_2^2 * P(r_2^2) + r_3^2 * P(r_3^2) + r_4^2 * P(r_4^2) + \dots + r_n^2 * P(r_n^2)$$

$$V(X_i) = \sum_0^n r_i^2 * P(r_i^2) - \mu^2 \quad \therefore \quad V(X_i) = 6.25 \quad \text{Asumiendo el peor de los casos}$$

$$S = \sum_1^P X_i \quad \text{donde} \quad X_i \rightarrow F(\mu_i, V(X_i)) \quad \therefore \quad S = \sum_1^P X_i \rightarrow N(\sum \mu_i, V(X_i) * P)$$

$$\text{sabemos que } X_i \rightarrow \text{BER}(P) \quad \therefore \quad \frac{\sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^P X_i)_j}{n}$$

$$n = \frac{(Z_\alpha + Z_\beta)^2 * V(X)}{\epsilon^2} \quad \therefore \quad n = \frac{(2 * 1.645)^2 * 6.25}{(0.5)^2} \quad n = 271$$

El tamaño muestral total es de : 542 elementos

### 3.2.6 Método de Medición

El método de medición empleado son las Entrevistas Personales. La ventaja primordial de estas entrevistas es que la gente usualmente responde cuando es confrontada en persona. Además el entrevistador puede notar reacciones específicas y eliminar los malos entendidos acerca de las preguntas hechas.



### 3.2.7 Instrumento de Medición

El Instrumento de Medición que se utiliza es un cuestionario; en el cual se planificó un conjunto de preguntas de tal manera que se minimice la no respuesta y el sesgo por respuesta incorrecta.

Para medir un objeto se requiere una escala de medida, y los fenómenos sociales no escapan a esta regla. Es por esta razón que a continuación procedemos a describir los componentes y criterios de la escala utilizada, en nuestro caso la Escala de Likert.

#### *Escala de Likert*

Es un formato a menudo usado del cuestionario. Solicita a los encuestados especificar su nivel del acuerdo a cada uno de una lista de declaraciones. La escala de Likert se nombra después de Rensis Likert, que inventó la escala en 1932. Como el escalamiento de Thurstone- o de Guttman, el escalamiento de Likert es un método unidimensional del escalamiento. Como en todos los métodos del escalamiento, el primer paso es definir lo que es la medida. Porque éste es un método unidimensional del escalamiento, se asume que el concepto es unidimensional en naturaleza.<sup>1</sup>

***Escala:*** definimos una escala como una serie de ítems o frases que han sido cuidadosamente seleccionados, de forma que constituyan un criterio válido, fiable y preciso para medir de alguna forma los fenómenos sociales deseados.

En nuestro caso, este fenómeno será una percepción o actitud cuya intensidad queremos medir.

---

<sup>1</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Likert\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale)

**Actitud:** es un estado de disposición psicológica, adquirida y organizada a través de la propia experiencia que incita al individuo a reaccionar de una manera característica frente a determinadas personas, objetos o situaciones.

Las actitudes no son susceptibles de observación directa sino que han de ser inferidas de las expresiones verbales; o de la conducta observada. Esta medición indirecta se realiza por medio de unas escalas en las que partiendo de una serie de afirmaciones, proposiciones o juicios, sobre los que los individuos manifiestan su opinión, se deducen o infieren las actitudes.

**Ítem:** es una frase o proposición que expresa una idea positiva, neutral o negativa respecto a un fenómeno que nos interesa conocer.

### ***Criterios Para la Elaboración de los Ítems de la Escala***

- Los ítems deben facilitar respuestas relacionadas con el fenómeno medido, aunque dicha relación no tiene por qué ser necesariamente manifiesta.
- Cada ítem debe declarar no sólo las dos posturas extremas, sino también graduar las intermedias. A medida que la escala gane en sensibilidad, ganará también en precisión.
- Los ítems deben ser fiables y seguros. La fiabilidad con frecuencia se logra a costa de la precisión. Cuanto más refinada es una medición, más probable es que en dos medidas repetidas obtengamos puntuaciones distintas.

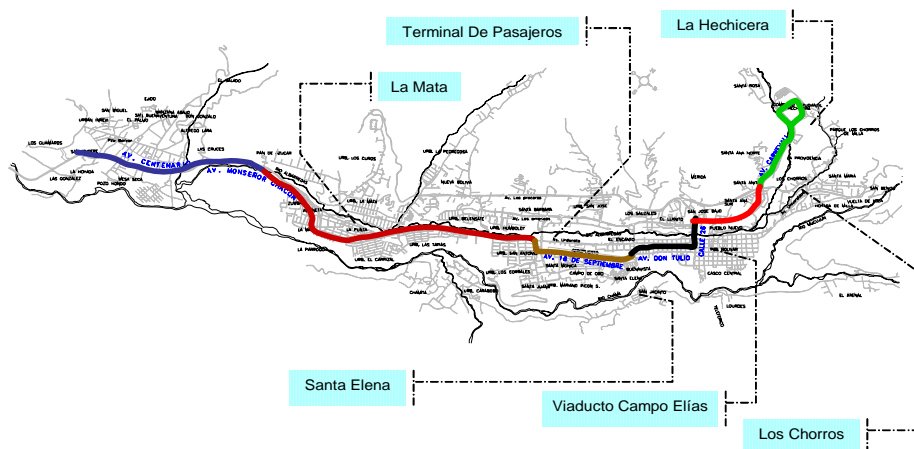
### ***Construcción de la Escala Tipo Likert***

La escala de Likert es una escala ordinal que es usada frecuentemente en los cuestionarios. Esta escala solicita a los elementos de la muestra especificar su nivel de acuerdo a cada uno de una lista de afirmaciones.

La construcción de esta escala comprende los siguientes pasos:

- Se recoge una larga serie de ítems relacionados con la actitud que queremos medir y se seleccionan, aquellos que expresan una posición claramente favorable o desfavorable.
- Se selecciona un grupo de sujetos similar a aquél al que piensa aplicarse la escala. Estos responden, eligiendo en cada ítem la alternativa que mejor describa su posición personal.
- Las respuestas a cada ítem reciben puntuaciones más altas cuanto más favorables son a la actitud, dándose a cada sujeto la suma total de las puntuaciones obtenidas.

En la figura 8 se muestra la distribución del instrumento de medición en zona metropolitana de la ciudad de Mérida. Se destacan como puntos claves a: Núcleo la Hechicera, Comedor Universitario los Chorros de Milla, Complejo Universitario La Liria, intersección de la Av. Tulio Febres Cordero con la calle # 26, Estacionamiento Autogol, Edificio Administrativo de la Universidad de Los Andes, parada del Terminal de Pasajeros (en ambos sentidos), la entrada a Santa Elena y finalmente la Mata.



**Figura 8. Distribución del Instrumento de Medición**

### 3.2.8 Fuentes de Error en el Instrumento

Básicamente son cuatro las fuentes de error que incurre el instrumento de medición. A continuación hacemos el despliegue teórico de cada una de las fuentes de error:

**Error de Muestreo:** se debe cuando la muestra no proporciona información completa sobre la población.

**No Respuesta:** es importante ya que la no respuesta a una pregunta hecha a un elemento seleccionado para ser incluida en la muestra, puede introducir un sesgo en los datos muestrales.

**Respuesta Inexacta:** este tipo de error se produce cuando los respondientes o equipos de medición dan frecuentemente información falsa. Las respuestas inexactas algunas veces originadas por errores de definición en las preguntas de la encuesta.

**Sesgo de Selección:** este error puede introducirse imperceptiblemente a la encuesta cuando se producen cambios arbitrarios en los elementos muestrales. Los datos deben ser obtenidos de las unidades muestrales exactas a que fueron seleccionadas de acuerdo al diseño de muestreo.

### 3.2.9 Prueba Piloto

La prueba piloto finalmente permite probar el cuestionario y otros instrumentos de medición, calificar a los entrevistadores, y por supuesto verificar el manejo directamente relacionado con todas las operaciones de campo.

## 3.3 Organización y Manejo de los Datos

Generalmente en encuestas extensas de encuentran problemas de orden administrativo. En esta etapa del muestreo el investigador de campo recibe un

entrenamiento sobre el propósito de la encuesta y el método de medición que se empleará; además se debe supervisar adecuadamente su trabajo.

El primer paso después de realizar la prueba piloto es editar el cuestionario, con la finalidad de corregir errores o excluir ítems que elementalmente están equivocados, en virtud de que no captan la información deseada por parte del investigador. Posteriormente se tomarán ciertas decisiones respecto al procedimiento de cálculo en los casos de falta de respuesta o de ausencia de datos en el proceso de edición.

Esta etapa culmina con la tabulación de las encuestas; que a través de un análisis nos conduce al cálculo de las primeras estimaciones y la presentación de resultados que expresan la magnitud esperada de error en las estimaciones más importantes de la investigación.

### **3.4 Análisis Estadístico Multivariante**

El análisis multivariante no es fácil de definir. En un sentido amplio, se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación. Cualquier análisis simultáneo de más de dos variables puede ser considerado aproximadamente como un análisis multivariante.

En sentido estricto, muchas técnicas multivariantes son extensiones del análisis univariante (análisis de distribuciones de una sola variable) y del análisis bivariante (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de la varianza y regresiones simples utilizadas para analizar dos variables). Por ejemplo, una regresión simple (con una variable de predicción) se extiende al caso multivariante para incluir varias variables de predicción. De la misma forma, la variable dependiente que se encuentra en el análisis de la varianza se extiende para incluir múltiples variables dependientes en el análisis multivariante de la varianza.

Las técnicas multivariantes son un medio de representar en un análisis simple aquello que requirió varios análisis utilizando técnicas univariante, sin embargo; están diseñadas exclusivamente para tratar con problemas multivariantes, tales como el análisis factorial que sirve para identificar la estructura subyacente de un conjunto de variables o el análisis discriminante que sirve para diferenciar entre grupos basados en un conjunto de variables [Grim y Yarnold, 1994].

Una de las razones de la dificultad de definir el análisis multivariante es que el término multivariante no se usa de la misma forma en la literatura. Para algunos investigadores, multivariante significa simplemente examinar relaciones entre más de dos variables. Otros usan el término sólo para problemas en los que se supone que todas las variables múltiples tienen una distribución normal multivariante. Sin embargo, para ser considerado verdaderamente multivariante, todas las variables deben ser aleatorias y estar interrelacionadas de tal forma que sus diferentes efectos no pueda ser interpretado separadamente con algún sentido.

Algunos autores afirman que el propósito del análisis multivariante es medir, explicar y predecir el grado de relación de los valores teóricos (combinaciones ponderadas de variables). Por tanto, el carácter multivariante reside en los múltiples valores teóricos (combinaciones múltiples de variables) y no sólo en el número de variables u observaciones.

### **3.4.1 Escalamiento Multidimensional**

El escalamiento multidimensional trata de encontrar la estructura de un conjunto de medidas de distancias entre objetos o casos. Esto se logra asignando las observaciones específicas en un espacio conceptual (normalmente de dos a tres dimensiones) de modo que la distancia entre los puntos en el espacio concuerde al máximo con las disimilaridades dadas. En muchos casos, las dimensiones de este espacio conceptual son interpretables y se puede utilizar para comprender mejor los

datos. Si las variables han sido medidas objetivamente, podemos utilizar el escalamiento multidimensional como una técnica de reducción de datos.

El escalamiento multidimensional puede también aplicarse a valoraciones subjetivas de disimilaridad entre objetos o conceptos. Además puede tratar datos de disimilaridad procedentes de múltiples fuentes, como podrían ser múltiples evaluadores o múltiples sujetos evaluados por un cuestionario.

Comúnmente el escalamiento multidimensional se clasifica dentro de los métodos de interdependencia y es un procedimiento que permite al investigador la imagen relativa percibida de un conjunto de objetos (empresas, productos, ideas u otros sobre los que los individuos desarrollan percepciones). Es decir el aspecto característico de este procedimiento es que proporciona una representación gráfica en un espacio geométrico de pocas dimensiones que permite comprender como los individuos perciben objetos y esquemas, generalmente ocultos, están detrás de esa percepción. En estos espacios, los objetos adoptan la forma de puntos y la proximidad entre ellos refleja la analogía existente entre los mismos. La interpretación de las dimensiones depende del conocimiento que tenga de esos estímulos y se realiza de forma similar a como se haría como un análisis de correspondencia.

El objetivo del escalamiento multidimensional es transformar los juicios de similitud o preferencias llevadas a cabo por una serie de individuos en distancias susceptibles de ser representada en un espacio multidimensional. Así por ejemplo si un conjunto de individuos opina que los objetos A y B son los dos más parecidos de entre un conjunto de objetos, el escalamiento multidimensional posicionará A y B de modo que la distancia entre ambos sea la menor de las existentes entre cada par de objetos. El mapa perceptual resultante muestra la posición relativa del conjunto de objetos sobre los que se centra el estudio. El tipo de datos que hay que recabar son juicios de similitud, disimilitud o preferencias que los encuestados manifiestan en relación con todas las posibles combinaciones de pares de objetos a investigar.

La aplicación de esta técnica no requiere un conocimiento previo de los atributos que los sujetos utilizan al emitir sus juicios. Tampoco se precisa un nivel de medida muy restrictivo para operativizar los juicios que se realicen. El escalamiento multidimensional está basado en la comparación de objetos, admitiendo, que cualquier objeto esta formado tanto por dimensiones objetivas como por dimensiones subjetivas o perceptuales.

Las dos principales repercusiones para la investigación de esta importante diferenciación entre atributos objetivos y percibidos son que las dimensiones percibidas por los consumidores no tienen porque coincidir con las dimensiones objetivas asumidas como relevantes por el investigador y las evaluaciones de dichas dimensiones (aún en el caso de que las dimensiones percibidas coincidan con las objetivas) pueden ser no independientes o no coincidir con los valores objetivos.

Es necesario hacer hincapié sobre la precaución necesaria en la interpretación de los resultados de este tipo de análisis. Dicha interpretación constituye más un arte que una ciencia, es decir, no existen reglas fijas para llevarlas a cabo. Es por ello que el analista debería resistirse a la tentación de permitir que sus propias percepciones afecten a la interpretación de las dimensiones percibidas por los individuos encuestados.

En definitiva el escalamiento multidimensional es una herramienta muy útil cuando se pretende investigar objetos para los que el conocimiento está poco organizado y los esquemas perceptuales son poco o nada conocido.

De acuerdo con el autor Cesar Pérez Los programas de escalamiento multidimensional siguen un procedimiento común para la determinación de las posiciones óptimas, que se resume en varios pasos [Pérez, 2004]:

El primer paso es la selección de una configuración inicial de los estímulos según la dimensionalidad deseada. Existen distintas opciones para obtener una configuración inicial. Las dos mas utilizadas consisten en emplear una configuración



desarrollada por el propio investigador sobre la base de trabajos de investigación previos o bien una configuración generada seleccionando puntos pseudoaleatorios a partir de una distribución normal multivariante.

Un segundo paso sería el cálculo de las distancias entre los puntos representativos de los estímulos y comparación de las relaciones (Observadas versus Derivadas) mediante una medida de ajuste.

Si el indicador de ajuste no alcanza un valor mínimo previamente fijado por el investigador, un tercer paso sería encontrar una nueva configuración para la que el indicador de ajuste sea mejor. El programa/algorithmo determinará las direcciones que producen las mayores mejoras en el ajuste y moverá poco a poco los puntos en dichas direcciones.

En un cuarto paso, el programa realizará una evaluación de la nueva configuración y la ajustará hasta que se logra obtener un nivel satisfactorio de ajuste.

Un quinto y último paso sería la reducción de la dimensionalidad de la configuración actual y repetición del proceso hasta lograr obtener aquella configuración que, con la menor dimensionalidad posible presente un nivel de ajuste aceptable.

A través del siguiente ejemplo se ilustra el funcionamiento del escalamiento multidimensional.

### **Ejemplo**

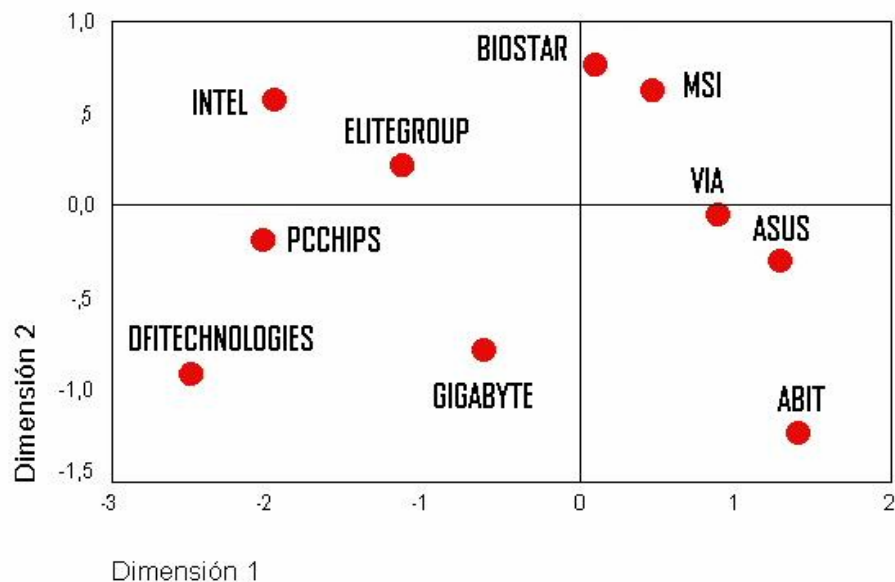
Se consideran diez expertos sobre los avances tecnológicos de tarjetas madres (Motherboard) para computadoras, a los cuales se les pide que califiquen del 1 al 10 de acuerdo a su experiencia, siendo uno el rendimiento más bajo y diez el más alto. Simultáneamente las tarjetas madres son sometidas a una prueba de rendimiento, para contrastar que tan lejos está la percepción de los expertos con la realidad de acuerdo

a los resultados de la prueba. Se resalta que el único componente que varía en las computadoras de prueba es la tarjeta madre.

Las tarjetas madres tomadas en cuenta para la prueba de rendimiento son las siguientes:

- **ASUS**
- **MSI**
- **GIGABYTE**
- **ABIT**
- **BIOSTAR**
- **INTEL**
- **ELITE GROUP**
- **PCCHIPS**
- **DFI TECHNOLOGIES**
- **VIA**

www.bdigital.ula.ve Configuración de Estímulos derivada  
Modelo de Distancia Euclídea



**Gráfico 2. Modelo de distancia euclídea ilustración del escalamiento multidimensional**

La dimensión número uno distingue las tarjetas madres cuya característica principal es un average compuesto superior a 207.5 derivado de correr secuencialmente todas las pruebas de rendimiento. Estas tarjetas madres se ubican en la parte derecha del gráfico. Por otro lado, la segunda dimensión destaca que las tarjetas madres que se ubican en la parte superior del gráfico se caracterizan por presentar un bajo rendimiento en el procesamiento de video específicamente en gráficos complejos de tres dimensiones. Su average en promedio es de 11.7 frames/segundos.

Así en líneas generales mientras un grupo de sujetos califica las variables en función del average compuesto de todas las pruebas de rendimiento, otro grupo de sujetos lo hace en función del procesamiento de gráficos complejos en tres dimensiones.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# **CAPÍTULO IV**

## **SISTEMA DE INDICADORES**

Los indicadores deberán reflejar adecuadamente la naturaleza, peculiaridades y nexos de los procesos que se originan en la actividad económica – productiva, sus resultados, gastos, entre otros, y caracterizarse por ser estables y comprensibles, por tanto, no es suficiente con uno solo de ellos para medir la gestión de la organización sino que se impone la necesidad de considerar los sistemas de indicadores, es decir, un conjunto interrelacionado de ellos que abarque la mayor cantidad posible de magnitudes a medir.

Contrarrestar dicha necesidad, esencialmente es el objetivo fundamental de este capítulo; validar un sistema de indicadores para medir y evaluar el desempeño de las distintas organizaciones del Sistema de Transporte Público.

La ejecución de los diferentes procesos que comprende la construcción del sistema de indicadores permite obtener una mejor visión del comportamiento operacional de las rutas del Sistema de Transporte Público además de todos los índices operacionales que forman parte de este estudio.

#### 4.1 Definición de un Indicador

Un indicador es una medida (atributo, variable) mediante el cual nos aproximamos al conocimiento de cierta propiedad de un objeto que, conceptualmente, no podemos medir directamente [FOESSA, 1967]. Por esta incapacidad directa de medida, podemos decir que ningún indicador refleja total y exhaustivamente todas las dimensiones de un concepto.

#### 4.2 Características y Clases de Indicadores

Entre las características que deben reunir los indicadores se mencionan [PODIUM, 2000]:

- Ser inteligibles y de fácil manejo.
- Medir realmente lo que se supone que han de medir.
- Fiables, o sea reflejar efectivamente la realidad que se desea medir.
- Pertinentes, es decir guardar correspondencia con los objetivos.
- Sensibles, capaces de reflejar los cambios efectuados en las variables.
- Específicos, es decir claramente dirigidos hacia un aspecto del análisis
- Eficientes, o sea compensar el tiempo y el dinero que cuesta obtenerlos.
- Oportunos, preparados para cuando se necesiten.
- Unívocos, es decir que su formulación no permita diferentes interpretaciones.
- Tener capacidad prospectiva, facilitando la proposición de alternativa de acción.
- Tener correspondencia con el nivel agregación del sistema.
- Ofrecer la posibilidad de repetir la medición a lo largo del tiempo.
- Hacer referencias a escalas de medición o valoración.

El análisis de cualquier proceso puede dar a una amplia gama de indicadores que pueden clasificarse desde muy diversas perspectivas:

- Por la naturaleza del indicador: indicadores de procesos y de resultados denominados de seguimiento e indicadores de impactos y efectos o también llamados de evaluación.
- De acuerdo al contenido: sociales, económicos, culturales, ambientales y políticos.
- Por el momento en que aplican: ex-antes y ex-post y de proceso.
- De acuerdo a la característica de medición o apreciación: cualitativos y cuantitativos.
- Por su cobertura territorial.
- De acuerdo a la forma en que se construyen: simples, compuestos, complejos.
- Por su relación a la variable que se refieren: directos e indirectos.

Los indicadores que en sentido operativo son el instrumento que se aplica para cuantificar o para hacer el análisis cualitativo de los aspectos que a la luz de un conjunto de criterios adoptados sean relevantes en cada uno de los procesos, impactos o efectos que se pretenden estudiar.

Generalmente los indicadores resultan simplemente de combinar mediante una división dos o más variables e, inclusive, en ciertos casos; una variable puede ser por sí misma un indicador, no obstante ellos son el resultado de modelos complejos basados en la aplicación de una determinada teoría.

### **4.3 Fases para el Desarrollo de un Sistema de Indicadores**

El éxito de una organización se debe en parte a la planeación de un sistema de información y al desarrollo eficiente de las actividades. La operatividad de un área en particular se puede observar a través de la publicación periódica de indicadores, los cuales son capaces de reflejar adecuadamente la gestión del área que conforma el estudio. A partir de la información generada por los indicadores y de acuerdo a los objetivos de la organización, se establece un puente entre la situación actual donde nos encontramos y donde deseamos estar en el futuro.

De manera general se explican las fases que comprende el sistema de indicadores planteado en esta investigación.

**Planificación del Sistema de Indicadores (PSI):** El objetivo de este modulo es determinar la necesidad de un Sistema de indicadores, y proporcionar una definición inicial del mismo.

**Estudio de Viabilidad del Sistema (EVS):** este modulo analiza las restricciones, generales y específicas que puedan condicionar el estudio y la planificación de las alternativas.

**Análisis del Sistema de Indicadores (ASI):** aquí se describe el sistema, delimitando su alcance e interfaces con otros sistemas y se identifican los usuarios representativos.

**Diseño del Sistema de Indicadores (DSI):** en este modulo se define la arquitectura especificando particiones y descomposición lógica, así como la infraestructura tecnológica.

**Construcción del Sistema de Indicadores (CSI):** el objetivo de este modulo es asegurar la disponibilidad de los recursos y facilidades para realizar la construcción del sistema de indicadores.

**Implementación y Aceptación del Sistema (IAS):** aquí se revisa la estrategia de implementación establecida en el proceso de estudio de viabilidad del sistema, los sistemas que forman parte del sistema objeto de la implementación y las dependencias con otros proyectos.

**Mantenimiento de Sistemas de Indicadores (MSI):** se establecerá un sistema estandarizado de registro para peticiones del mantenimiento para controlar y canalizar los cambios propuestos por usuarios o clientes.

La figura 9 muestra las diferentes etapas que el investigador considera que comprende el desarrollo de un sistema de indicadores, por lo que dicho modelo no corresponde a un estándar ya establecido. Las fases expuestas anteriormente son planificadas de acuerdo a los principios teóricos de los sistemas de información. Además se destaca que las etapas de diseño y mantenimiento del sistema de indicadores para efectos de este estudio no forman parte del sistema propuesto.

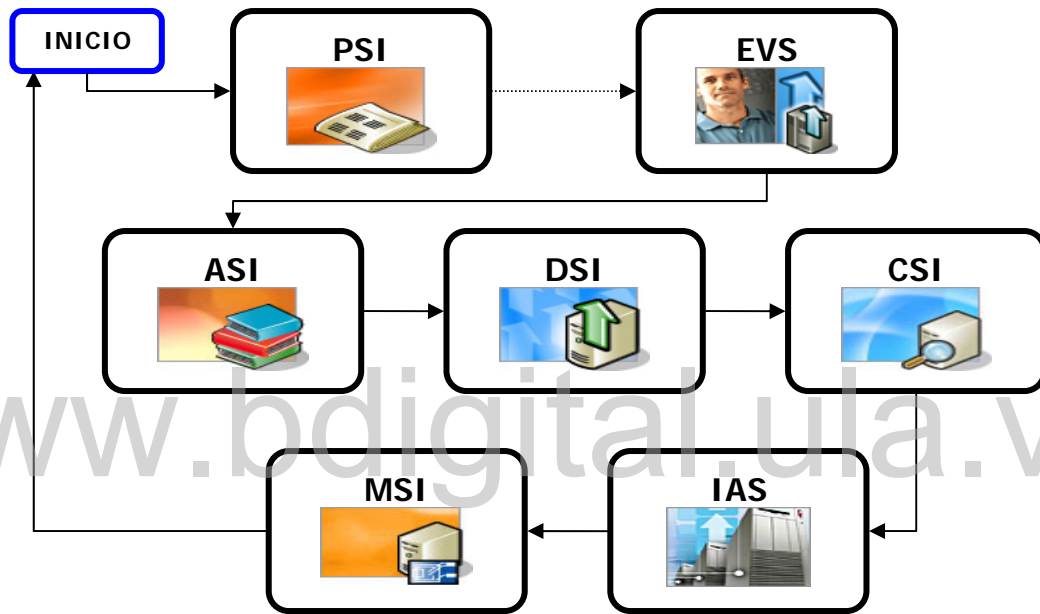


Figura 9. Fases para el Desarrollo de un Sistema de Indicadores

#### 4.4 Sistema de Indicadores para el Sistema de Transporte Público

En esta sección se mide y se evalúa el desempeño del Sistema de Transporte Público, con la finalidad de tener una mejor perspectiva sobre el sistema antes mencionado. El cumplimiento de los diferentes procesos nos permite conocer la situación actual del sistema de transporte y el comportamiento de algunos de los indicadores operacionales de las rutas que forman parte de este estudio. Se consideran



los siguientes componentes, agrupados en dos renglones: nivel de servicio y calidad de servicio.

### **Nivel de Servicio**

1. Demanda de pasajeros.
2. Ocupación crítica – Índice de renovación.
3. Desempeño Operacional.
4. Nivel de confort.
5. Distribución porcentual del modo de transporte.
6. Cobertura espacial.

### **Calidad de Servicio**

1. Velocidad de recorrido.
2. Tiempo de recorrido.
3. Antigüedad media del parque.
4. Nivel de siniestralidad.
5. Frecuencia.

## **4.5 Procedimiento para el Cálculo del Sistema de Indicadores**

A continuación se hace un despliegue teórico de las diferentes etapas del trabajo de campo, y los respectivos procedimientos empleados para el cálculo de los diferentes indicadores del sistema. Este procedimiento está dividido en las siguientes etapas:

1. Aspectos y Consideraciones para la recolección de información de campo.
2. Instructivo para la recolección de datos.
3. Presentación de los resultados.

### **Aspectos y Consideraciones para la Recolección de la Información de Campo**

Para la elaboración del sistema de indicadores es necesaria la información referente a los movimientos de usuario y operadores del Sistema de Transporte Público en las diferentes rutas que operan en el área Metropolitana, con la finalidad de visualizar con mayor detalle el Sistema antes mencionado.

Para efectos de este proyecto el cual tiene como objeto de estudio el área Metropolitana se consideran los siguientes aspectos:

- A partir de información básica existente de estudios anteriores y de consideraciones por parte de personas expertas en el área de transporte se seleccionaron los componentes del Sistema de Transporte Público que reportaron una cobertura más amplia del área de estudio.
- Los diversos estudios efectuados en esta investigación se realizaron en base a: 7 organizaciones para un total de 20 rutas durante los siguientes periodos del día: 8:00am – 10:00am, 11:00am – 01:00pm y 04:00pm – 06:00pm.

### **Instructivo para la recolección de datos**

Con la finalidad de ilustrar el procedimiento para el cálculo de cada uno de los indicadores del sistema, se muestra a continuación los aspectos teóricos, fundamentos matemáticos, y métodos de recolección de datos para cada uno de los indicadores considerados.

***Demanda de Pasajeros:*** la determinación de la demanda es uno de los más importantes parámetros para el establecimiento de los patrones operacionales. En la práctica se identifican dos situaciones que expresan el comportamiento de la cantidad de usuarios en el transporte público:

- **La demanda manifiesta** que identifica los usuarios que ya utilizan el sistema.

- **La demanda potencial** que refleja un posible incremento (o surgimiento) de nuevos usuarios.

### Fundamentos Matemáticos

Flujo de Pasajeros

Índice de Renovación

$$\Theta_j = \frac{VP_j}{\Delta H_j}$$

$$K_j = \left( \frac{PV}{OT_c} \right)_j$$

Variables :

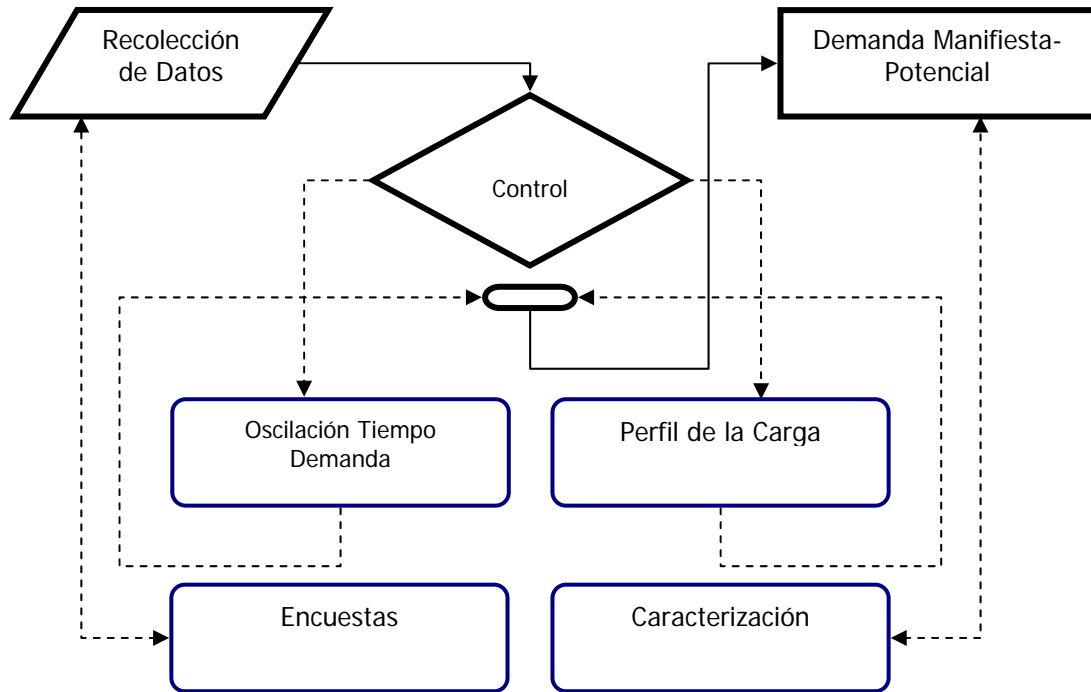
- $OT_c$  Ocupación del tramo crítico.  
 $PV$  Volumen de pasajeros transportados.  
 $K_j$  Índice de renovación del periodo J.  
 $\Delta H_j$  Duración del periodo típico J.  
 $VP_j$  Total de pasajeros transportados.  
 $\Theta_j$  Flujo de pasajeros en el periodo J.

Para la determinación y análisis de la demanda, los datos se pueden obtener a partir de:

1. Levantamiento de mapas individuales de las rutas.
2. Encuestas de los registros de torniquetes.
3. Encuestas sube y baja.

**Encuestas Sube/baja:** el conteo sube y baja tiene como objeto determinar la cantidad de pasajeros que suben y bajan en las diferentes paradas. Para efectos de nuestro estudio la recolección de datos se hizo por medio de este mecanismo.

La Figura 10 especifica Procedimiento Para el cálculo de la demanda de pasajeros.



www.bdigital.ula.ve

Figura 10. Demanda de Pasajeros

**Tabla 1. Movimiento de Pasajeros** La tabla 1 ilustra el movimiento de pasajeros de una ruta del Sistema de Transporte, en sentido A->B.

Puntos de Parada A→B	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	S	B	S	B	S	B
1						
2						

**Frecuencia:** la frecuencia o continuidad puede caracterizarse por la exactitud en el cumplimiento de la programación establecida para el servicio. A demás del

mantenimiento de los itinerarios prefijados e informados a los usuarios la evaluación de la frecuencia se hace desde el punto de vista de la puntualidad, relacionada directamente con el cumplimiento de los horarios especialmente en el caso de rutas con intervalo muy grandes entre vehículos y de la regularidad de los intervalos en las rutas de menor periodo.

**Fundamentos Matemáticos**

Perfil de Carga

$$F = \frac{\sum_v OT_c}{Ln}$$

Tasa De Pasajeros Transportados

$$\Phi = \frac{VP}{\Delta H} \quad \Phi = \frac{VP/n}{\Delta H/n} \quad \frac{VP}{n} = PV \quad \frac{\Delta H}{n} = I \quad PV = K * OT_c$$

$$\Phi = \frac{PV}{I} \quad PV = \Phi * I \quad \Phi * I = K * OT_c \quad I = \frac{K * OT_c}{\Phi}$$

Imponiendo la condición de que la ocupación media no debe superar la ocupación del proyecto definida a partir del nivel de servicio seleccionado para el periodo tenemos:

$$I \leq \frac{Ln * K}{\Phi} \quad \text{en condición de limite superior} \quad : \quad I = \frac{Ln * K}{\Phi}$$

$$F = \frac{60 * K}{Ln * K} \quad \text{o también} \quad F = \frac{60 * VP}{\Delta H * Ln * K}$$

Variables

- OT<sub>c</sub>    Ocupación del tramo crítico
- Ln        Nivel de servicio
- VP    Total de pasajeros en el tramo
- ΔH       Duración del periodo
- I        Intervalo entre vehiculos
- K        Indice de renovación

**Encuesta de Frecuencia:** los resultados de frecuencia tendrán como objetivo determinar el número de autobuses por hora que pasen por determinado punto considerado como estratégico en nuestra investigación. Se ilustra a continuación la planilla diseñada.

**Tabla 2. Instructivo para Frecuencia de las Unidades**

La tabla 2 ilustra el procedimiento para determinar el número de unidades por hora para una determinada ruta.

<b>Localización:</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Soleado</b>	<b>Nublado</b>	<b>Lluvioso</b>
	<b>Periodo</b>			
<b>Ruta Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Día</b>		
		<b>M</b>	<b>I</b>	<b>J</b>
<b>N° de Orden</b>	<b>Hora</b>	<b>N° de Vehículos</b>		
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>Observaciones</b>				

Con la finalidad de tener una mejor visión del comportamiento operacional de las rutas del Sistema de Transporte Público se analizan los índices operacionales de las rutas que forman parte de este estudio.

Los parámetros que mejor describen el rendimiento de una ruta son:

- Velocidad de Recorrido.
- Tiempo de Recorrido.
- Desempeño Operacional.
- Nivel de confort

**Velocidad y Tiempo de Recorrido:** la velocidad de recorrido se define como la longitud total de la ruta entre el tiempo total de recorrido incluyendo el tiempo generado por todos aquellos aspectos que inciden directamente sobre esta variable.

La figura 11 representa el cálculo de la velocidad y tiempo de recorrido de un móvil, a partir de la distancia.

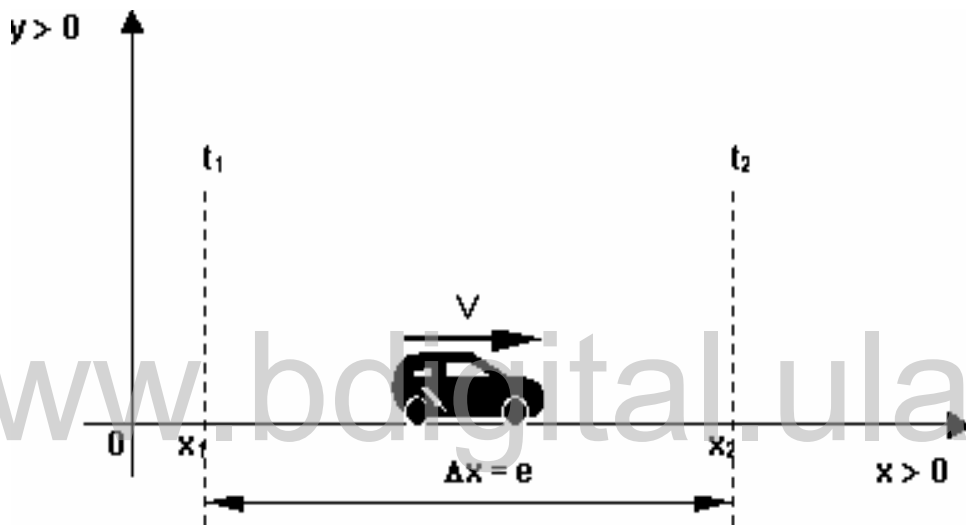


Figura 11. Velocidad y Tiempo de Recorrido

**Fundamentos Matemáticos**

$$V_r = \frac{D_r}{T_r} \quad T_r = (T_{AB} + T_{BA}) \quad D_r = \frac{\sum_1^n OT_i * D_i}{PV}$$

$$OT_i = OT_{i-1} + S_i - B_i \quad PV = \sum_1^n S_i = \sum_1^n B_i$$

Variables

- $V_r$  Velocidad de recorrido.
- $D_r$  Distancia de recorrido.
- OT Ocupación del tramo.
- S Pasajeros que suben.
- B Pasajeros que bajan.
- PV Pasajeros transportados.
- $T_r$  Tiempo de recorrido

**Tabla 3. Velocidad y Tiempo de Recorrido**

La tabla 3 ilustra el procedimiento para determinar la velocidad y el tiempo de recorrido de las diferentes unidades, a partir de la distancia de recorrido; para una organización y ruta determinada.

Organización:		Periodo		Día		
Ruta:	Código	Unidad		M	I	J
		Nº	Placa			
Distancia	$T_O$	$T_F$	$T_T$	$V_R$		
1						
2						
3						
Observaciones						

**Índice de Desempeño Operacional:** el índice de desempeño operacional diario se define como la relación entre la cantidad de pasajeros movilizados diariamente por la ruta y el número de unidades disponibles por parte de la organización. Este índice es un parámetro que mide en forma cuantitativa la operación de una ruta, valores del Índice de Desempeño Operacional menores que 1, indica que el número de asientos



disponibles es mayor que el número de pasajeros transportados en el viaje; por lo que todos los pasajeros viajan sentados y el nivel de servicio de la ruta es alto.

Valores del índice de Desempeño Operacional mayores que 1, indican que el número de asientos disponibles es menor que el número de pasajeros transportados en el viaje; por lo tanto algunos pasajeros viajan parados y el nivel de servicio disminuye. Mediante este índice podemos definir el concepto de nivel de confort, ya que representa la porción de espacios destinados a los pasajeros.

Según el Highway Capacity Manual<sup>1</sup> para la clasificación se deben tomar en cuenta diferentes factores como la cobertura de áreas residenciales y comerciales, el confort, la velocidad y la frecuencia del servicio. La siguiente tabla reproduce los criterios de clasificación del nivel de servicio requeridos por Highway Capacity Manual para un autobús convencional de 12m con capacidad para 53 pasajeros sentados.

**Tabla 4. Criterios de Clasificación del Nivel de Servicio para un Autobús de 53 Asientos.**

Nivel de Servicio	Nº Pasajeros	Pas/Asientos
A	0 – 26	0 – 0.5
B	27 – 40	0.51 - 0.75
C	41 – 53	0.76 – 1.00
D	54 – 66	1.01 – 1.25
E	67 – 80	1.26 – 1.50
F	81 – 85	1.51 – 1.60

---

<sup>1</sup> Highway Capacity Manual Special Report 209 Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C. 1985 Cap 12, pp 7 8 9.

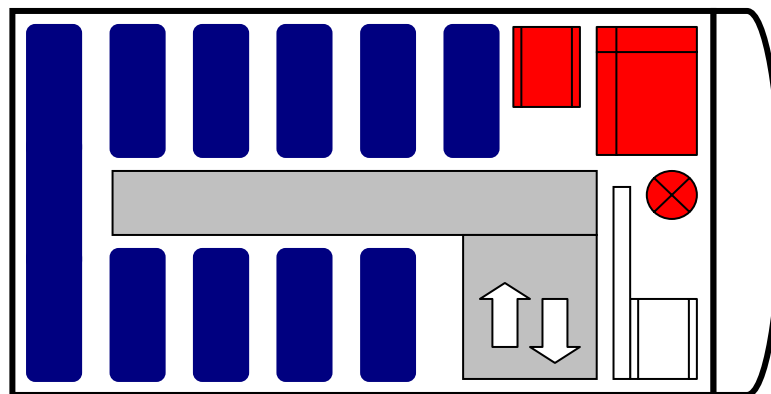
**Tabla 5. Nivel de Servicio**

La tabla 5 muestra el nivel de servicio para el Sistema de Transporte Público.

Nivel de Servicio	Densidad Máxima Pas/m <sup>2</sup>
A	0
B	3/2
C	3
D	9/2
E	6
F1	15/2
F2	9
F3	11

Fuente: EBTU/1998

La figura 12 muestra el diseño interno de un autobús convencional (minibús) el cual presenta alta versatilidad en las áreas urbanas.



**Figura 12. Diseño Interno de un Vehículo de Transporte**

Tipo De Vehiculo:

Minibús



Cantidad de asientos: 24 Puestos



Área disponible 2 m<sup>2</sup> para pasajeros de pie

**Índice de Confort:** la posibilidad de viajar sentado, la temperatura interna, las condiciones de ventilación, ruido, aceleración/desaceleración, la altura de las escaleras y peldaños, el ancho de las puertas y la disposición de los asientos y su material de una forma u otra terminan por definir el confort de las unidades. En definitiva son diversos los aspectos que definen el confort de las unidades de transporte, y que en su mayor parte, estos aspectos dependen directamente del proyecto del vehículo, y en general son condiciones prefijadas por los fabricantes del mismo. Para el cálculo del índice de confort en esta oportunidad nos referimos específicamente a la densidad de operación de los espacios destinados a los usuarios.

Una vez calculado el desempeño operacional para cada una de las rutas y conociendo la cantidad de unidades asignadas para cada organización además de su capacidad nominal, procedemos a determinar el índice de confort. Para este indicador no fue necesario el empleo de algún instructivo de recolección de datos, en virtud de que es generado a partir del cálculo del desempeño operacional.

### **Presentación de Resultados**

La recolección de la información del trabajo de campo planteado a cerca de obtener una mejor visión del comportamiento operacional de las rutas del Sistema de Transporte Público a partir de un conjunto de índices operacionales, y el posterior análisis de este sistema de indicadores; sirve de base para la toma de decisiones por parte de los actores del proceso, a investigaciones futuras; y por supuesto para simular el comportamiento de las diversas rutas. A continuación se muestran los indicadores más importantes considerados por parte del autor.

Demanda de Pasajeros	
<b>Objetivo:</b> Estimar la demanda de pasajeros por hora del sistema de transporte público.	
<b>Definición Operacional</b>	
$\frac{\text{Número De Usuarios Del Transporte Público}}{\text{Número Total De Horas}}$	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$INS_{DPH} = \frac{1}{N^o_{Hrs}} \sum_{i=1}^{N^o_{Hrs}} N^o P_s(i)$	Semestral
<b>Valor: 800</b>	<b>Unidad de Medida:</b> <u>Pasajeros.</u> Horas.
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas del INFRAM</li> <li>• PERSONAL.</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Desempeño Operacional Diario	
<b>Objetivo:</b> Determinar la densidad de operación de los pasajeros movilizados diariamente por unidad.	
<b>Definición Operacional</b>	
$\frac{\text{Número De Usuarios Del Transporte Público}}{\text{Número Total De Unidades}}$	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$IDO = \frac{1}{N^o_U} \sum_{i=1}^{N^o_U} N^o P_s(i)$	Semestral
<b>Valor: 1290</b>	<b>Unidad de Medida:</b> <u>Pasajeros Diarios</u> Unidad
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas del INFRAM</li> <li>• PERSONAL.</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Índice de Confort			
<b>Objetivo:</b> Determinar la densidad de operación de los espacios destinados a los usuarios			
<b>Definición Operacional</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Número De Pasajeros</td> </tr> <tr> <td>Capacidad Nominal</td> </tr> </table>		Número De Pasajeros	Capacidad Nominal
Número De Pasajeros			
Capacidad Nominal			
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>		
$\Delta = \frac{N^{\circ} \text{ Pas}}{CN}$	Trimestral		
<b>Valor: 0.77</b>	<b>Unidad de Medida:</b> Pasajeros Asiento		
<b>Fuentes de Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> <li>Estudio del Sistema Alimentador al Transporte Masivo.</li> </ul>			
<b>Observaciones</b>			

Porcentaje de Usuarios del S.T.P.			
<b>Objetivo:</b> Calcular el porcentaje de usuarios del sistema de transporte público.			
<b>Definición Operacional</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Usuarios Del Sistema Integral De Transporte</td> </tr> <tr> <td>Número Total De La Población Objetivo</td> </tr> </table>		Usuarios Del Sistema Integral De Transporte	Número Total De La Población Objetivo
Usuarios Del Sistema Integral De Transporte			
Número Total De La Población Objetivo			
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>		
$\rho = \frac{N^{\circ} \text{ US}}{N^{\circ} \text{ Total PO.}}$	Semestral		
<b>Valor: 86</b>	<b>Unidad de Medida</b> Porcentaje		
<b>Fuentes de Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> <li>Estadísticas del INFRAM</li> </ul>			
<b>Observaciones</b>			

Cobertura Espacial de la Red	
<b>Objetivo:</b> Describir la cobertura espacial de la red del sistema de transporte público.	
<b>Definición Operacional</b>	
$\frac{\text{Red Vial S. I.T.}}{\text{Nº Total Km. Red Vial}}$	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$\Phi = \frac{\text{RV. S. I.T.}}{\text{Nº Total Km. RV.}}$	Anual
<b>Valor: 17.5</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	Porcentaje
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Velocidad de Recorrido	
<b>Objetivo:</b> Estimar y consultar la velocidad comercial o velocidad operativa de las unidades del sistema de transporte público.	
<b>Definición Operacional</b>	
$\frac{\text{Número De Kilometros}}{\text{Número De Horas}}$	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$V_r = \frac{D_r}{T_r}$	Semestral
<b>Valor: 17.83</b>	<b>Unidad de Medida</b>
	$\frac{\text{Kilometros}}{\text{Hora.}}$
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> <li>A.M.M. Organizaciones del S.T.P.</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Tiempo de Recorrido	
<b>Objetivo:</b> Indicar los tiempos de recorridos del sistema de transporte actual en sectores preseleccionados.	
<b>Definición Operacional</b>	
Tiempo De Ida + Tiempo De Vuelta	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$T_T = T_I + T_V$	Trimestral
<b>Valor:</b> 60.57	<b>Unidad de Medida</b>
	Minutos
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Frecuencia	
<b>Objetivo:</b> Señalar la tasa de frecuencia de las unidades del sistema de transporte actual.	
<b>Definición Operacional</b>	
$\frac{\text{Unidades En Servicio} * \text{Velocidad}}{\text{K. Longitud Red} * \text{Número De Horas} * 60}$	
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>
$F = \frac{V_r * N^{\circ} \text{ US}}{\text{Km. Long. Red} * 60}$	Trimestral
<b>Valor:</b> 22	<b>Unidad de Medida</b>
	$\frac{\text{Unidades}}{\text{Hora}}$
<b>Fuentes de Información</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> </ul>	
<b>Observaciones</b>	

Antigüedad Media del Parque			
<b>Objetivo:</b> Analizar la antigüedad media de las unidades del sistema actual de transporte urbano.			
<b>Definición Operacional</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Número Total De Años De Antigüedad</td> </tr> <tr> <td>Número Total De Unidades Flota</td> </tr> </table>		Número Total De Años De Antigüedad	Número Total De Unidades Flota
Número Total De Años De Antigüedad			
Número Total De Unidades Flota			
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>		
$AMD = \frac{1}{N^{\circ}U} \sum_{i=1}^{N^{\circ}U} N^{\circ}A(i)$	Anual		
<b>Valor: 21</b>	<b>Unidad de Medida</b>		
	$\frac{\text{Años}}{\text{Flota}}$		
<b>Fuentes de Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> <li>A.M.M. Organizaciones del S.T.P.</li> </ul>			
<b>Observaciones</b>			

Nivel de Siniestralidad			
<b>Objetivo:</b> Investigar el nivel de siniestralidad por cada cien mil horas de las unidades del sistema integral de transporte urbano.			
<b>Definición Operacional</b>			
<table border="1"> <tr> <td>Número De Sinietros</td> </tr> <tr> <td>Número Total De Meses</td> </tr> </table>		Número De Sinietros	Número Total De Meses
Número De Sinietros			
Número Total De Meses			
<b>Fórmula</b>	<b>Serie de Evaluación</b>		
$NDS = \frac{1}{N^{\circ}M} \sum_{i=1}^{N^{\circ}M} N^{\circ}S(i)$	Anual		
<b>Valor: 31</b>	<b>Unidad de Medida</b>		
	$\frac{\text{Siniestros}}{\text{Mes}}$		
<b>Fuentes de Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>PERSONAL.</li> <li>A.M.M. Organizaciones del S.T.P.</li> </ul>			
<b>Observaciones</b>			



Describir de manera exhaustiva el comportamiento de un sistema tan complejo como lo es el Sistema de Transporte Público representa una labor que requiere un grupo multidisciplinario y de muchas horas de trabajo. Sin embargo se considera que los valores que muestra el sistema de indicadores planteado en este proyecto describen significativamente la posición del Sistema de Transporte Actual.

De igual manera se desea que resultados de este sistema de indicadores derivado de un conjunto de procedimientos y componentes del Sistema Integral de Transporte Urbano sirvan como punto de partida para investigaciones futuras.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# **CAPÍTULO V**

## **ANÁLISIS DE PERCEPCIONES**

En este capítulo se presenta un modelo de distancia euclídea integrado para la información de gestión y operación de los diferentes componentes que describen el comportamiento del Sistema Integral de Transporte Urbano. Dicho modelo tiene como centro de estudio el área metropolitana de la ciudad de Mérida.

Analizar de manera general la percepción de la población de acuerdo al posicionamiento de cada variable dentro del espacio de los estímulos de las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes, es la labor que llevamos a cabo en este capítulo.

Toda esta labor es con la finalidad de comprender mejor el Sistema Integral de Transporte Urbano, para que de esta manera se pueda aportar y orientar hacia la formulación de nuevos planes operacionales donde se destaquen algunas de sus características fundamentales.

## 5.1 Análisis de la Configuración de Estímulos del Modelo de Distancia Euclídea

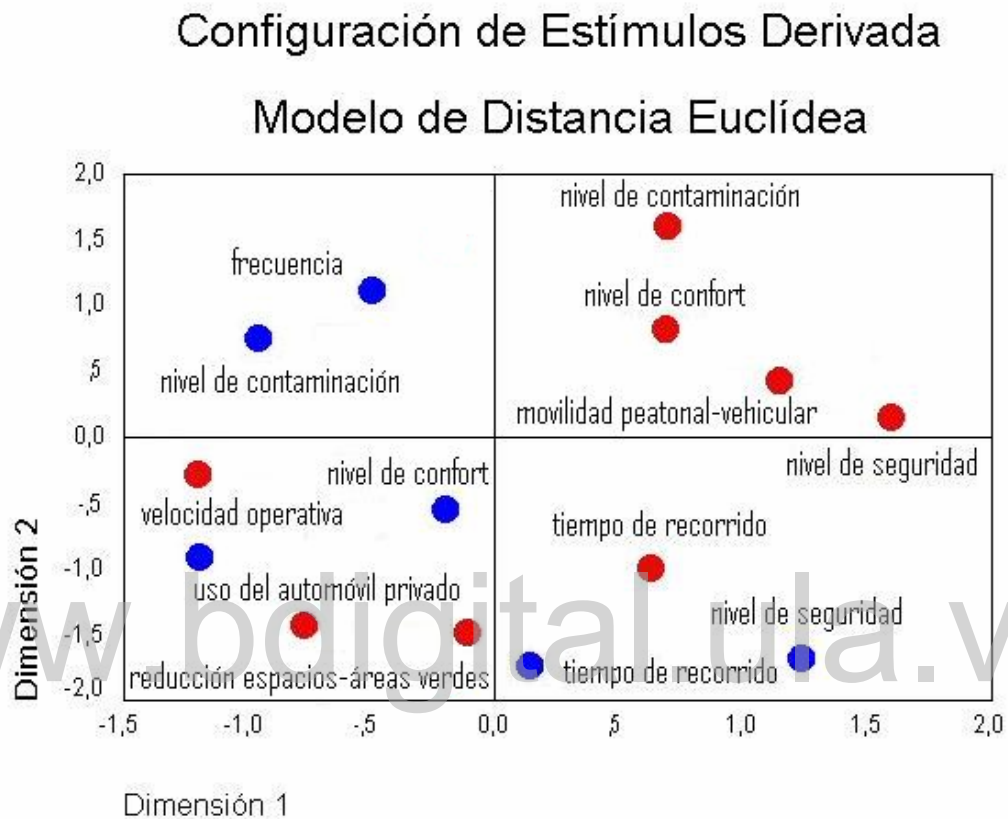


Gráfico 3. Modelo de Distancia Euclídea Población Total

### 5.1.1 Sistema de Transporte Trolmérida

El gráfico 3 representa en el espacio de los estímulos las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes. Se observa que el cuadrante número uno distingue las siguientes variables: nivel de contaminación, nivel de confort, movilidad peatonal – vehicular, y nivel de seguridad.

Estas variables son consideradas por parte de los elementos de la muestra como los aspectos más positivos del Sistema de Transporte Trolmérida.

Adicionalmente las variables en cuestión se caracterizan porque presentan un 23% de coincidencia con el extremo de mayor acuerdo planteado por el investigador en la lista de declaraciones.

En este cuadrante se destaca que la percepción de los elementos de la muestra respecto al Nivel de Contaminación es bastante marcada, el 80% de las personas de la población objetivo consideran que la contaminación atmosférica, sónica, y visual en el área metropolitana de la ciudad mejorará considerablemente con la Implementación del sistema de Transporte Trolmérica.

Así se refleja dentro del espacio de los estímulos las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes, dicha variable presenta una posición bastante positiva. Por otro lado la afirmación planteada por el investigador donde se enfatiza que el Sistema de Transporte Público genera un alto grado de contaminación fue apoyada por el 60% de los encuestados. Esta situación requiere un análisis exhaustivo para determinar los verdaderos agentes causantes de este problema, y de esta manera poder aplicar un plan preventivo.

En contraparte las variables que se ubican en el cuadrante número tres encontramos: velocidad operativa, uso del automóvil privado, y reducción de espacios y áreas verdes son vistos como los aspecto negativos del Sistema de Transporte Trolmérica. De este sector se resalta que la velocidad operativa es afectada por la operación del tránsito en general, por las condiciones de la superficie, por el espaciamiento entre paradas, y por la sinuosidad de las rutas, etc.

De cualquier manera, la tendencia del usuario a calificar ésta variable dentro del espacio de estímulos y preferencias es efectuada, en función a la exigencia o necesidad de una mayor velocidad durante el viaje. Haciendo un análisis dual para mostrar la distancia que existe entre la percepción de la población y la realidad, se determina; que las unidades del Sistema de Transporte Público viajan a una velocidad

operativa de 18Km/h, y que las unidades del Sistema de Transporte Trolmérida alcanzarán una velocidad operativa de 23Km/h.

Existe una diferencia, pero de cualquier manera el bajo nivel de aceptación de la variable para ambos sistemas se puede observar por la posición negativa que esta presenta en el espacio de los estímulos de las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes. Así lo expresa el 40% de los elementos de la muestra.

### **5.1.2 Sistema de Transporte Público**

El cuadrante número dos resalta como los aspectos mejores vistos a: frecuencia y nivel de contaminación para el Sistema de Transporte Público. La frecuencia o regularidad de los intervalos de las diferentes unidades del Sistema de Transporte Público puede caracterizarse por la exactitud en el cumplimiento de una programación establecida para el servicio. Así el 60% de los encuestados considera que el Sistema de Transporte Público satisface sus necesidades, percepción ésta que se confirma con el indicador calculado; que refleja que la tasa de frecuencia de las unidades del Sistema de Transporte Público es de 22Autobuses/hora. Sin embargo tan solo un 10% de los elementos de la muestra acota que los tiempos entre unidades son demasiado largos y que definitivamente no cumplen con sus requerimientos.

El cuarto cuadrante expone: el tiempo de recorrido y el nivel de seguridad como variables bastantes neutrales. El tiempo de recorrido es uno de los atributos de más fácil percepción y de mayor importancia para el usuario. De acuerdo con los tiempos calculados para el Sistema de Transporte Público se encuentra que en líneas generales recorre 18 kilómetros en 60 minutos, estando este valor apoyado por un 7% de los elementos de la muestra que asegura que el Sistema de Transporte Público satisface absolutamente sus necesidades en cuanto al tiempo empleado para efectuar el desplazamiento.

Por otro lado, un 20% de los encuestados cree absolutamente que con el Sistema de Transporte Trolmérida llegarán de manera más rápida a sus respectivos destinos. Es por esto que la variable tiempo de recorrido para el caso del Sistema de Transporte Trolmérida se ubica por encima de la variable tiempo de recorrido del sistema de Transporte Público, mostrando así una mayor aceptación por parte de los encuestados hacia el nuevo Sistema de Transporte.

Bajo estas condiciones, dicha variable para ambos sistemas de transporte se posiciona sobre el mismo cuadrante; lo que explica que la opinión del conjunto de individuos respecto a dicha variable para cada uno de los sistemas de transporte representa las dos más cercanas en cuanto al nivel de coincidencia en el espacio de percepciones o similitudes. Es por esto, que el escalamiento multidimensional posiciona la variable en cuestión para ambos sistemas de modo que la distancia entre ellas sea la menos existente entre cada par de variables.

Así en líneas generales, mientras un gran número de sujetos posiciona las variables en el espacio de los estímulos de las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes fundamentalmente en función de los aspectos positivos y negativos (ubicados en los cuadrantes uno y tres) para cada sistema de transporte; otro significativo número de sujetos clasifican prácticamente en función de variables más neutras (ubicadas entre los cuadrantes dos y cuatro) con un porcentaje significativo cercano al 90%.

### **5.2 Análisis de la configuración de estímulos de los Modelos de Distancia Euclídea por Grupo**

Para lograr un mejor entendimiento del posicionamiento de las variables en el espacio de los estímulos de las dos dimensiones de la matriz de coordenadas de las preferencias o similitudes se procede a analizar la percepción por grupos.

5.2.1 Población Femenina

A continuación se describe el posicionamiento de las variables de estudio por parte de población femenina

El gráfico 4 muestra la posición expresada por parte de la población femenina, la cual resalta como principal aspecto positivo a la movilidad peatonal – vehicular para el caso del Sistema de Transporte Trolmérica; considerando como única variable medianamente positiva el nivel de contaminación para el Sistema de Transporte Público.

Configuración de Estímulos Derivada  
Modelo de Distancia Euclídea

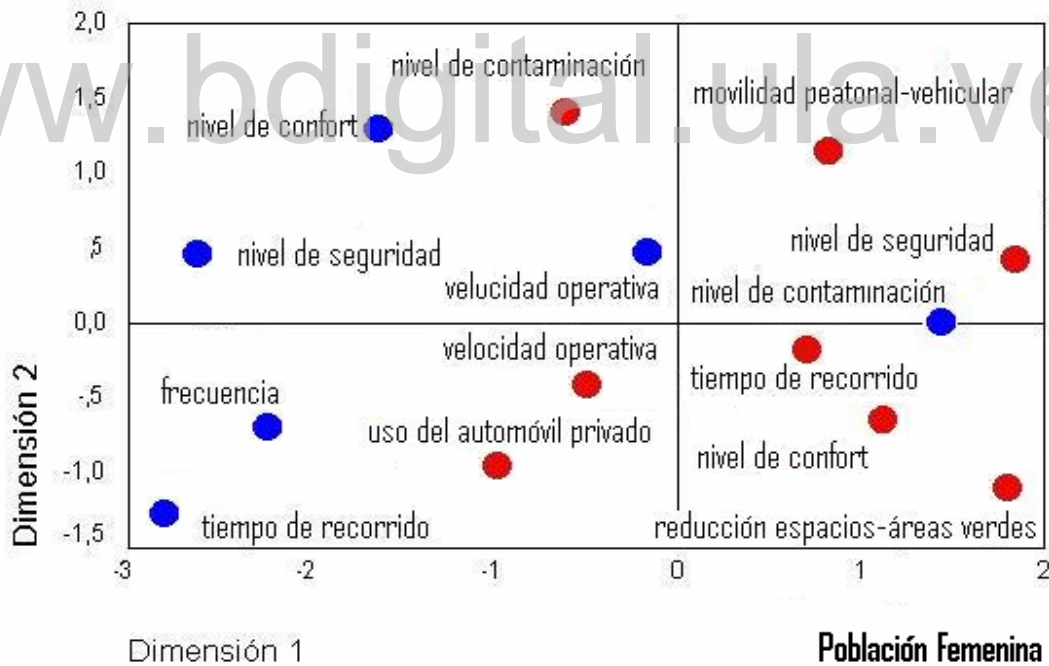


Gráfico 4. Modelo de Distancia Euclídea Población Femenina

El 70% de los elementos de la muestra femenina opina que Mérida y sus poblaciones vecinas verán satisfecha sus necesidades de movilización con la entrada

en funcionamiento del sistema de Transporte Trolmérica, ya que dicho proyecto implementará un novedoso sistema de semáforos computarizados para la ciudad, garantizando así el orden de toda red del Sistema de Transporte Público; facilitando una mejor movilidad por parte de los peatones.

### **5.2.2 Población Masculina**

El gráfico 5 refleja la posición de la población masculina respecto al conjunto de variables considerados en este estudio; destacando que, La posibilidad de viajar sentado, la temperatura interna, las condiciones de ventilación, ruido, aceleración/desaceleración, la altura de las escaleras y peldaños, el ancho de las puertas y la disposición de los asientos y su material de una forma u otra terminan por definir el confort de las unidades.

A partir de los elementos de juicio de los encuestados y por supuesto de las variables implícitas que están considerando estos para realizar la evaluación de sus preferencias, se demuestra que los aspectos antes señalados que integran el confort presentan un alto nivel de aceptación para el caso de las unidades del Sistema de Transporte Público; así lo afirma el 40% de los elementos de la muestra.

Es relevante destacar que un 70% de los encuestados referente a la población masculina cree levemente que las unidades del sistema de transporte Trolmérica contarán con un mejor nivel para los aspectos del confort.

Sin embargo insistimos que los aspectos de confort en su mayor parte dependen directamente del proyecto del vehículo, y en general son condiciones prefijadas por los fabricantes del mismo.



Configuración de Estímulos Derivada

Modelo de Distancia Euclídea

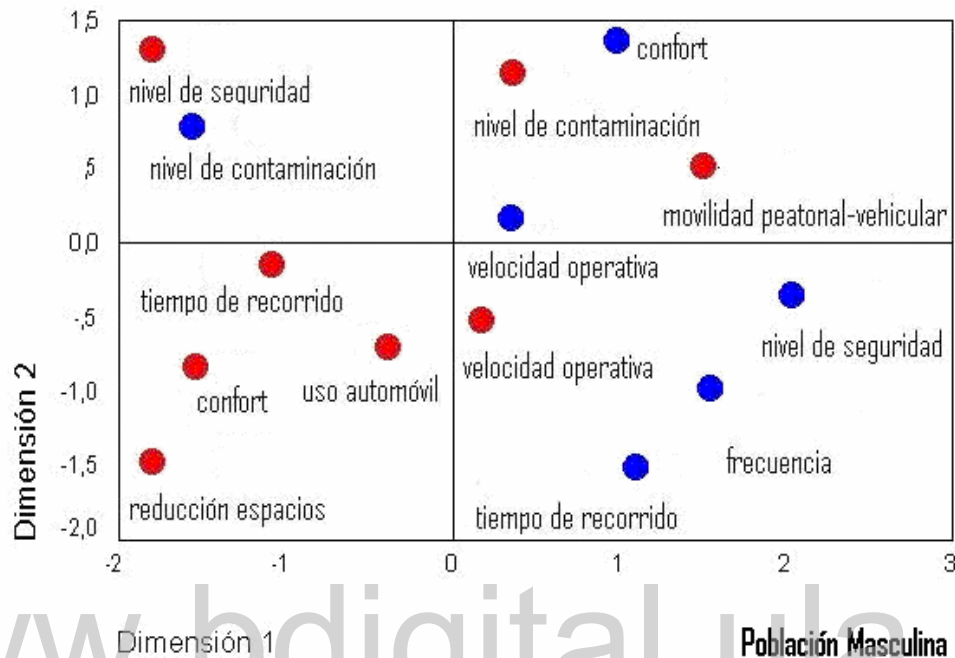


Gráfico 5. Modelo de Distancia Euclídea Población Masculina

5.2.3 Estrato Número Uno

El gráfico 6 expresa que el estrato I conformado por las personas que utilizan diariamente con mayor frecuencia el sistema de transporte público, ubica al tiempo de recorrido de las unidades del sistema transporte actual como la variable más eficaz, conjuntamente con el uso del automóvil privado en el caso del Sistema de Transporte Trolmérica.

En contraparte destacamos que la movilidad peatonal – vehicular no mejorará después de la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica paradójicamente

a un novedoso sistema de semáforos computarizados con el cual contará la ciudad, garantizando así el orden de toda red del Sistema Integral de Transporte Urbano. Otro aspecto negativo considerado por este estrato es la velocidad operativa de las unidades del Sistema de Transporte Público manifestando que no satisface sus necesidades.

### Configuración de Estímulos Derivada

#### Modelo de Distancia Euclídea

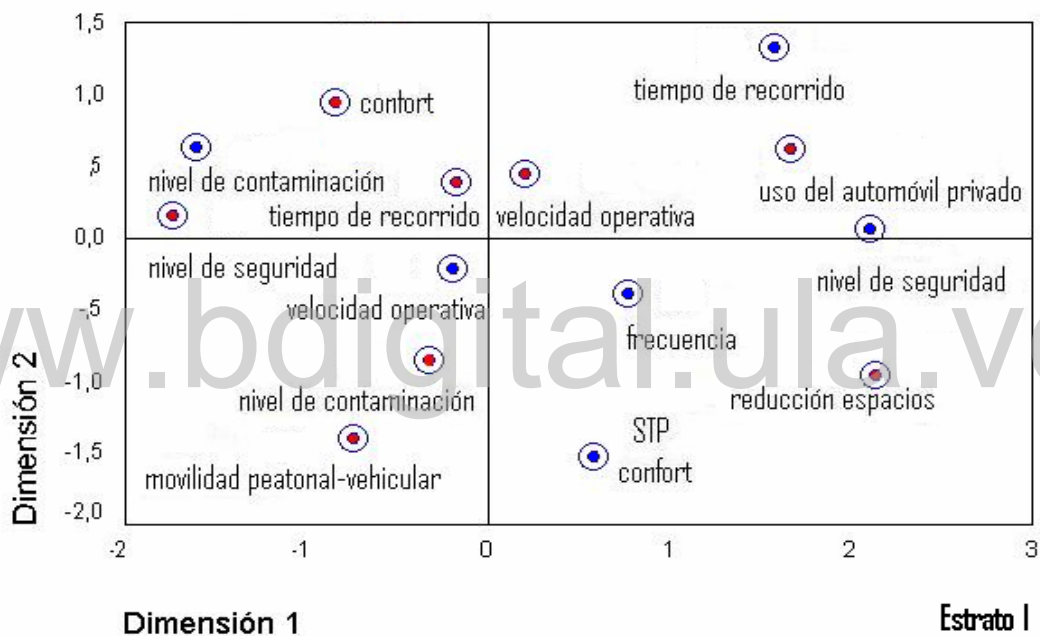


Gráfico 6. Modelo de Distancia Euclídea Estrato I

#### 5.2.4 Estrato Número Dos

El gráfico 7 refleja que el estrato II integrado por aquellas personas que utilizan el vehículo privado como su principal medio de transporte aseguran que la autonomía que brinda el automóvil privado es un aspecto que los ciudadanos no

desean restringir, así lo expresó el 90% de la población objetivo de esta investigación quienes consideran que tras la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica el uso del automóvil privado no disminuirá bajo ninguna circunstancia.

### Configuración de Estímulos Derivada

#### Modelo de Distancia Euclídea

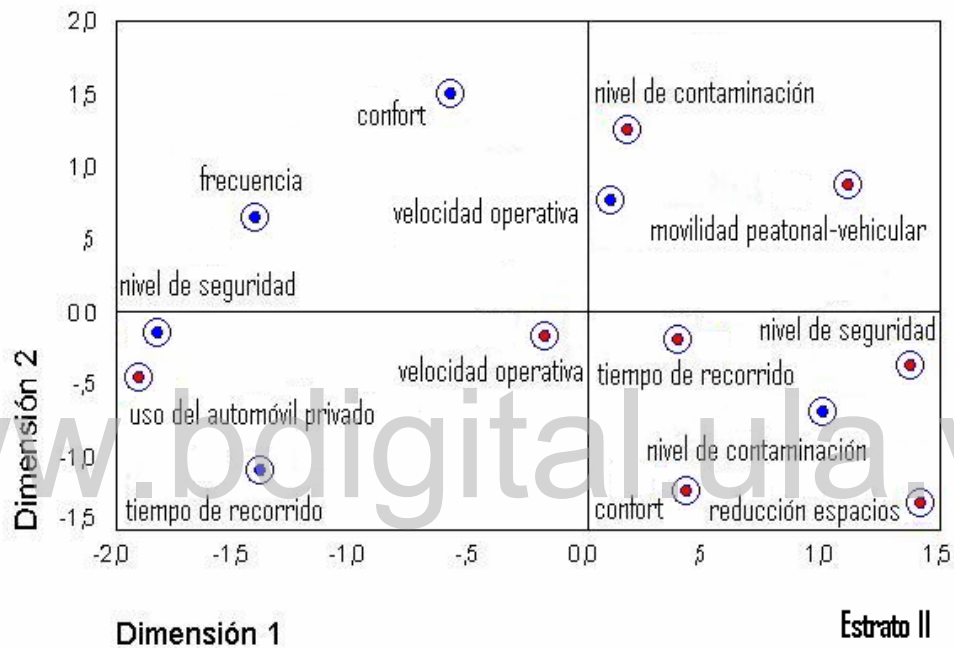
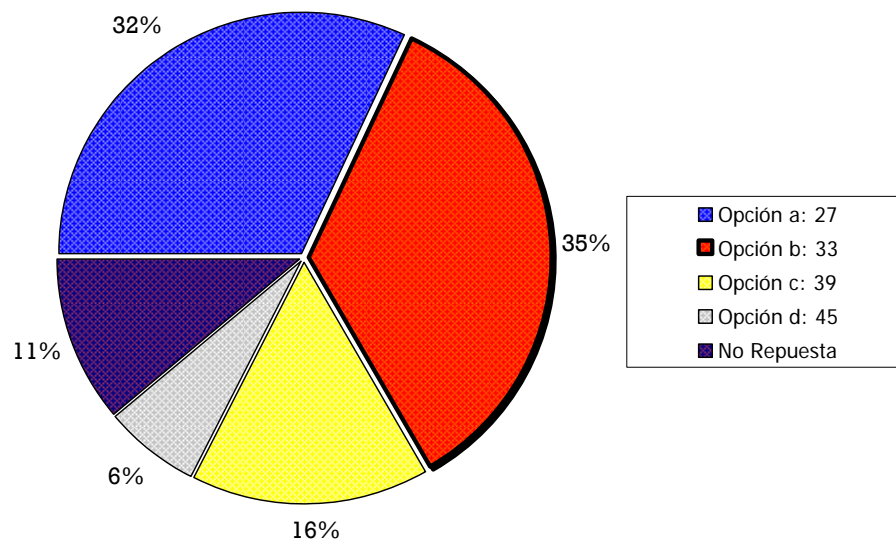


Gráfico 7. Modelo de Distancia Euclídea Estrato II

### 5.3 Evaluación del Nivel De Conocimiento de la Población Sobre el Sistema de Transporte Trolmérica

Actualmente la Ciudad de Mérida experimenta la implementación de un proyecto en materia de infraestructura denominado Sistema de Transporte Trolmérica. De aquí radica, la importancia de explorar el nivel de conocimiento que posee la población acerca de dicho proyecto.



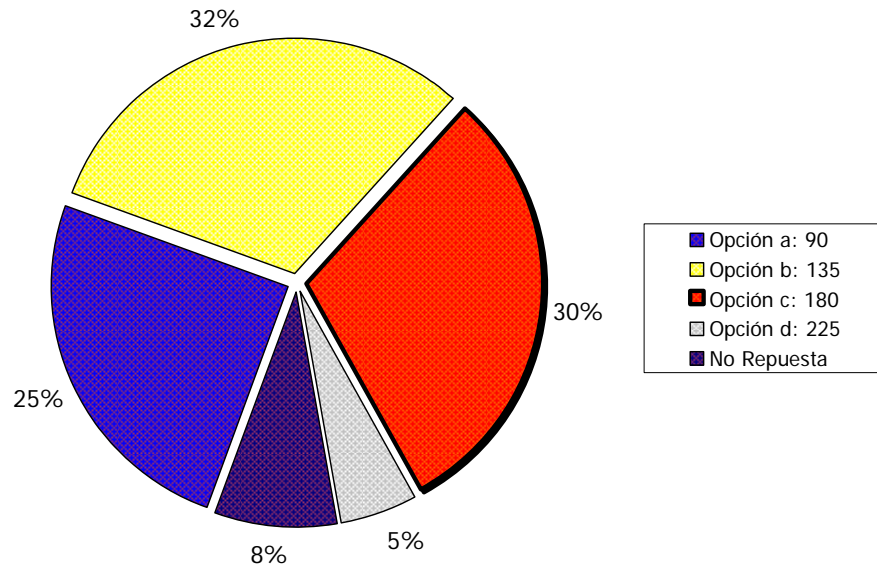
**Gráfico 8. Número de Estaciones de la Línea Uno**

El gráfico 8 muestra que el 35% de los elementos de la muestra acertaron que el Sistema de Transporte Trolmérica desplegará 33 estaciones a lo largo de la línea uno. De manera similar ocurre con el inicio de su recorrido en el terminal de Ejido, y con el número de unidades que circularán en la línea uno, destacando un nivel de acierto por parte de los elementos de la muestra de 87% y 29% respectivamente.<sup>1</sup>

En el gráfico 8 se expone que el 30% de los encuestados tienen claro que las unidades del Sistema de Transporte Trolmérica cuentan con una capacidad de 180 pasajeros. Sin embargo tan solo un 14% pudo acertar que cada unidad puede transportar 40 pasajeros cómodamente sentados y 140 de pie.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Véase Gráfico B.2 y Gráfico B.3 Apéndice B

<sup>2</sup> Véase Gráfico B.6 Apéndice B



**Gráfico 9. Capacidad de las Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica**

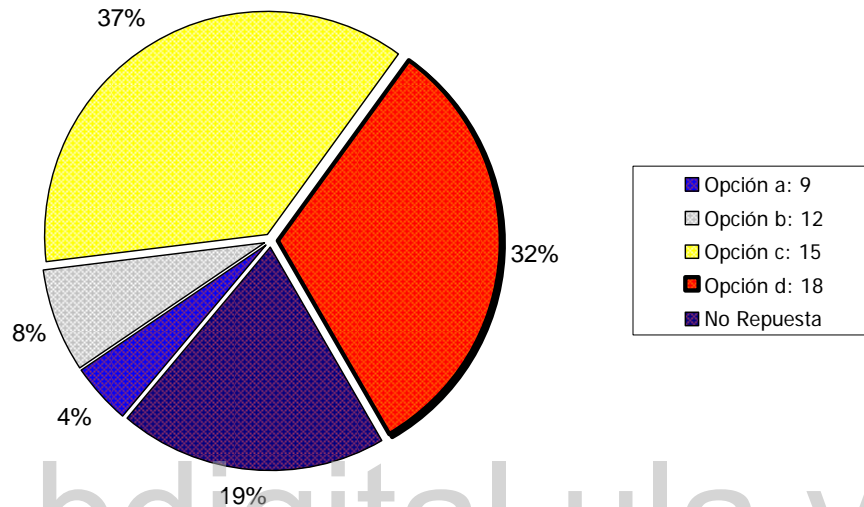
www.bdigital.ula.ve

En cuanto al número de líneas que tendrá el Sistema de Transporte Trolmérica, el 48% de la población objetivo acertó que este sistema de transporte comprenderá 3 líneas que desarrollará sobre la red vial del área metropolitana de la ciudad de Mérida.<sup>3</sup>

El gráfico 10 muestra que el 32% de los encuestados acertaron que la longitud aproximada de la línea uno es de 18 Km; a demás destacamos que es una de las propuestas que presenta el nivel más bajo de No Respuesta conjuntamente con la que resalta el fin del recorrido de la línea uno, la cual fue acertada por el 77% de los elementos de la muestra.

<sup>3</sup> Véase Gráfico B.5 Apéndice B

Otra de las declaraciones que presenta un alto porcentaje de coincidencia es la concerniente al funcionamiento del Trolébus destacando un 55% de acierto por parte de la población objetivo.<sup>4</sup>



**Gráfico 10. Longitud del recorrido del Sistema de Transporte Trolmérida**

---

<sup>4</sup> Véase Gráfico B.7 y Gráfico B.9 Apéndice B

## CONCLUSIONES

Después de realizar la evaluación de la percepción de la población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica y de la construcción de un sistema de indicadores con el objetivo de obtener una mejor visión del comportamiento operacional de las rutas del Sistema de Transporte Público a demás de algunos de los índices operacionales, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La implementación del Sistema de Transporte Trolmérica en nuestra ciudad se ha constituido sin duda alguna en atender una proporción muy superior (volumen de pasajeros) del mercado de transporte urbano, sin lograr una verdadera integración tarifaria y de puntos terminales que ubiquen al proyecto Trolmérica como la agregación de una ruta más a la red vial del Sistema de Transporte Público que opere en paralelo con las diferentes organizaciones, y no como sistema donde las rutas actuales pierden el carácter de ruta principal para convertirse en alimentadoras y complementarias que integran la línea troncal de dicho sistema.
- Con un nivel de significación de 0.3420 obtenido a partir de la prueba chi-cuadrado, la población femenina asegura que Mérida y sus poblaciones vecinas verán satisfecha sus necesidades de movilización con la entrada en funcionamiento del sistema de Transporte Trolmérica, ya que dicho proyecto implementará un novedoso sistema de semáforos computarizados para la

ciudad, garantizando así el orden de toda red del Sistema de Transporte Público; facilitando una mejor movilidad por parte de los peatones.

- El tiempo de recorrido para la unidades del sistema de transporte Trolmérida definitivamente no se reducirá en más de un 50% como lo manifiesta el brazo ejecutor del proyecto, en virtud de que la dinámica del vehiculo estará considerablemente perturbada por: la operación del transito en general en la vías donde comparte el canal derecho con unidades del sistema de transporte público y vehículos privados, por las condiciones de la superficie, por el espaciamiento entre paradas y por el sistema de control de trafico. De esta manera lo percibe la población; percepción esta que puede fortalecerse con los resultados del estudio “Ampliación, Actualización y Validación de un Modelo de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Zona Metropolitana de Mérida”.
- La posibilidad de viajar sentado, la temperatura interna, las condiciones de ventilación, ruido, aceleración/desaceleración, la altura de las escaleras y peldaños, el ancho de las puertas y la disposición de los asientos y su material de una forma u otra terminan por definir el confort de las unidades. Estos aspectos presentan un alto nivel de aceptación del 40% de los elementos la población masculina, para el caso de las unidades del Sistema de Transporte Público. Este nivel de aceptación es fortalecido por el valor de la distribución chi-cuadrado el cual es de 0.0085.
- La primera parte del instrumento de medición demostró que la información solicitada o requerida por parte de la población acerca del proyecto que actualmente experimentamos en materia de infraestructura denominado proyecto Trolmérida no ha llegado con certeza, debido a que los mecanismos empleados para transmitir dicha información no han sido los adecuados. Así lo constata el bajo nivel de información expresado por la población durante el Test “evaluación del nivel de conocimiento de población sobre la implementación del Sistema de Transporte Trolmérida”.



- Con un nivel de significación de 0.0052 derivado de la prueba de independencia, el estrato I conformado por las personas que utilizan diariamente con mayor frecuencia el sistema de transporte público, ubica al tiempo de recorrido de las unidades del sistema transporte actual como la variable más eficaz, conjuntamente con el uso del automóvil privado en el caso del Sistema de Transporte Trolmérica.
- Descomponiendo el conjunto de los modos de transporte de acuerdo con su tipo, naturaleza de las vías de circulación, y la forma de tracción se pueden identificar 15 medios diferentes de transporte urbano. A partir de esta información hallamos que los sistemas de transporte masivo se caracterizan fundamentalmente por: alcanzar velocidades superiores a 120 Km/h, pueden transportar a 40.0000 personas a la hora en una sola dirección, la distancia entre una estación y otra varia de 1200m a 4500m, y a demás poseen vía propia a lo largo de todo el recorrido. Por las razones descritas anteriormente el trolebús no pertenece a la modalidad de transporte masivo.
- El estrato II integrado por aquellas personas que utilizan el vehículo privado como su principal medio de transporte, aseguran que la autonomía que brinda el automóvil privado es un aspecto que los ciudadanos no desean restringir, así lo expresó el 90% de la población objetivo de esta investigación quienes consideran que tras la implementación del Sistema de Transporte Trolmérica el uso del automóvil privado no disminuirá bajo ninguna circunstancia. Estas consideraciones son respaldadas con el valor de la prueba chi-cuadrado el cual es de 0.0012.
- Para efectos de nuestro estudio la densidad de pasajeros resultó de 800pas/h aproximadamente un tercio al valor mostrado por parte del INFRAM. Situación esta que pone en evidencia que el diseño actual de algunas paradas tal es el caso de la estación Simón Bolívar se ve considerablemente afectada debido a la afluencia de pasajeros. Así se constata en el estudio de: “Ampliación, Actualización y Validación de un Modelo de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Zona Metropolitana de Mérida”.

El análisis de los diversos parámetros describen el rendimiento de una ruta y que a su vez integran el sistema de indicadores demuestra que:

- Como resultado de esta investigación se tiene una información aceptable del comportamiento operativo de las rutas en diferentes periodos del día 08:00am – 10:00am, 11:00am – 01:00pm, 04:00pm – 06:00pm pudiendo concluirse que no existen diferencias significativas en cuanto a la velocidad de recorrido de las unidades del Sistema de Transporte Público, la cual se mantiene alrededor de los 18 Km/h para las diversas rutas estudiadas.
- Un 7% de la población objeto de estudio, asegura que el Sistema de Transporte Público satisface absolutamente sus necesidades en cuanto al tiempo empleado para efectuar el desplazamiento. Por otro lado, un 20% de población cree absolutamente que con el Sistema de Transporte Trolmérica llegarán de manera más rápida a sus respectivos destinos. Se destaca que el tiempo de recorrido para las unidades del sistema actual no incluye el tiempo de espera en las paradas terminales por parte de las unidades.
- La antigüedad media del parque es uno de los puntos vulnerables del sistema de Transporte Público, ya que todas las organizaciones en conjunto poseen una edad promedio de 21 años, condición esta que no brinda la posibilidad a los usuarios del sistema de transporte actual un nivel adecuado de confort, seguridad y estabilidad durante el viaje.
- El índice de desempeño operacional diario es de 1290 pasajeros por unidad. A partir de este valor se determinó la densidad de operación de los espacios destinados a los usuarios, que para efectos de nuestra investigación resultó por debajo de uno; lo que permite concluir el número de asientos disponibles es mayor que el número de pasajeros transportados en el viaje; por lo que generalmente los pasajeros viajan sentados y el nivel de servicio de la ruta es aceptable.
- El 60% de la población piensa que el Sistema de Transporte Público satisface sus necesidades en cuanto al nivel de frecuencias mostrado por parte de sus

unidades, sin embargo tan solo un 10% acota que los tiempos entre unidades son demasiado largos y que definitivamente no cumplen con sus requerimientos.

- El modelo básico de indicadores planteado en este estudio, proporciona un punto valioso al medir en forma de comparación los sistemas de transportes seleccionados. El estudio realizado sobre algunos componentes que caracterizan la eficiencia de los sistemas de transportes y de cada parámetro operacional que proporciona una visión más amplia de la situación actual y futura, podría utilizarse como punto de partida o estudio complementario que facilite el seguimiento y garantice la evolución anual de la eficiencia de unos servicios respecto a otros.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **RECOMENDACIONES**

Perfilar los procedimientos de la administración del Sistema Integral de Transporte Urbano de manera eficaz para lograr que las diferentes organizaciones del sistema de transporte actual y del sistema de transporte futuro utilicen los indicadores establecidos en este proyecto, con la finalidad de que los actores del proceso dispongan de una herramienta que proporcione información con alto nivel de confiabilidad; y además que sea el soporte para la toma de decisiones futuras de modo ecuánime al menor costo posible.

## BIBLIOGRAFÍA

[Beltrán, 1999] Beltrán, Jesús. **Indicadores de Gestión**. 3R Editores. Colombia.

[Bird y Slack, 1995] Bird R. y Slack E. **Aspectos fiscales de la Gobernabilidad Metropolitana**. Editorial Cuadrado-Roura y Fernández.

[Calderas, 2001] Calderas, Rubén. **Modelado y Simulación de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Zona Metropolitana de Mérida**. Tesis de Magíster, Postgrado de Ingeniería Vial, Universidad de los Andes Mérida-Venezuela.

[Chaparro, 2002] Chaparro, Irma. **Evaluación del Impacto Socioeconómico del Transporte Urbano en la Ciudad de Bogotá. El Caso del Sistema de Transporte Masivo Transmilenio**. Editorial Naciones Unidas. Chile.

[Ferran, 2001] Ferran, M. **SPSS para Windows**. Mc-Graw Hill.

[Feliu y Ríos 2002] Feliu Elinel, Ríos Maria. **Propuesta de un Modelo de Sistema de Información Gerencial para Mejorar el Proceso de Selección de Personal en la Dirección de Relaciones de Trabajo de la Universidad de Carabobo**.  
Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos.htm>.

[FOESSA, 1967] **Estudios para un Sistema de Indicadores Sociales**. Euramérica. Madrid.

[Guardiola, 1998] Guardiola, U. **El control de gestión y sus indicadores**. Editorial Incolda. Bogota

[Grim y Yarnold, 1994] Grim L. y Yarnold P.R. 1994. **Reading and understanding multivariate statistics**. American Psychological Association. Washington D.C.

[Hair y Tatham, 1999] Hair J. y Anderson R. **Análisis Multivariante**. 5ª Edición. Prentice Hall.

[Kendall, 1996] Kendall. **Análisis y Diseño de Sistemas**. 3ª Edición. Pearson.

[Lord, 2000] Lohr Sharon L. **Muestreo Diseño y Análisis**. 1ª Edición. International Thomson Editores.

[Martínez, 2002] Gerardo Martínez. **Análisis y Diseño de Sistemas**. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos5/andi/andi.shtml>.

[Osorio, 1998] Osorio R., Ricardo A. **Metodología de la Investigación**. McGraw Hill. Colombia.

[Peña, 2001] Peña, Daniel. **Análisis de Datos Multivariante**. 4ª Edición. McGraw Hill.

[Pérez, 2004] Pérez L., Cesar. **Técnicas De Análisis Multivariante**. 7ª Edición Prentice Hall. Washington D.C.

[Pérez, 2000] Pérez Serrano, G. **Investigación Cualitativa**. Editorial La Muralla. Madrid.

[PODIUM, 2003] **Planificación y Desarrollo de Indicadores**. Brasil.

[Scheaffer y Ott, 1987] Scheaffer Mendenhall y Ott. **Elementos de Muestreo**. 3ª Edición. Grupo Editorial Iberoamérica.

[Stoner y Freeman, 1994] Stoner James y Freeman Edgar. **Administración**. 5ta. Edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México.

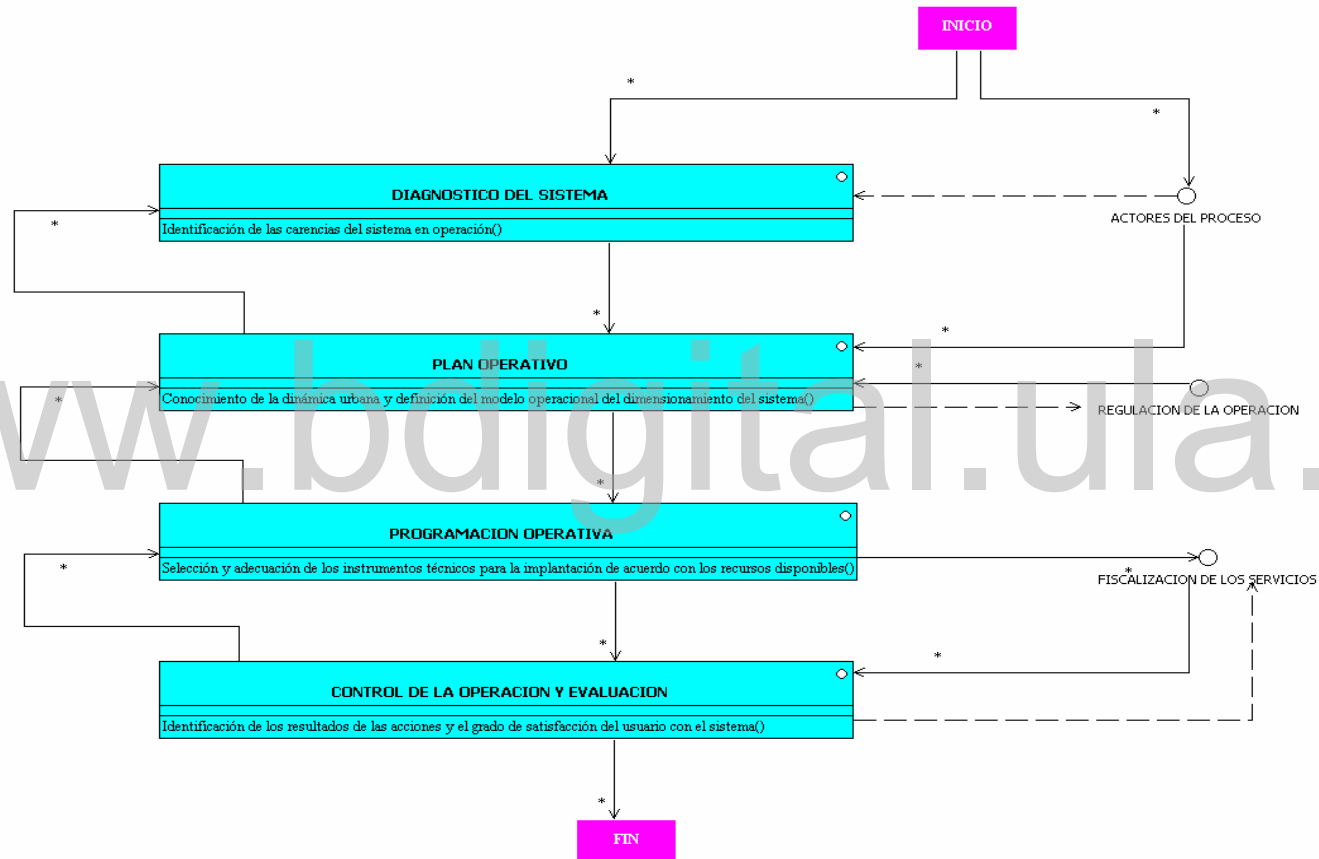
[Vasquez, 2005] Vasquez, Yovert. **Ampliación Actualización y Validación de un Modelo de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo de la Zona Metropolitana de Mérida**. Tesis de Pregrado, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad de los Andes Mérida-Venezuela.

## **APÉNDICE A**

**OPERACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE  
TRANSPORTE URBANO**

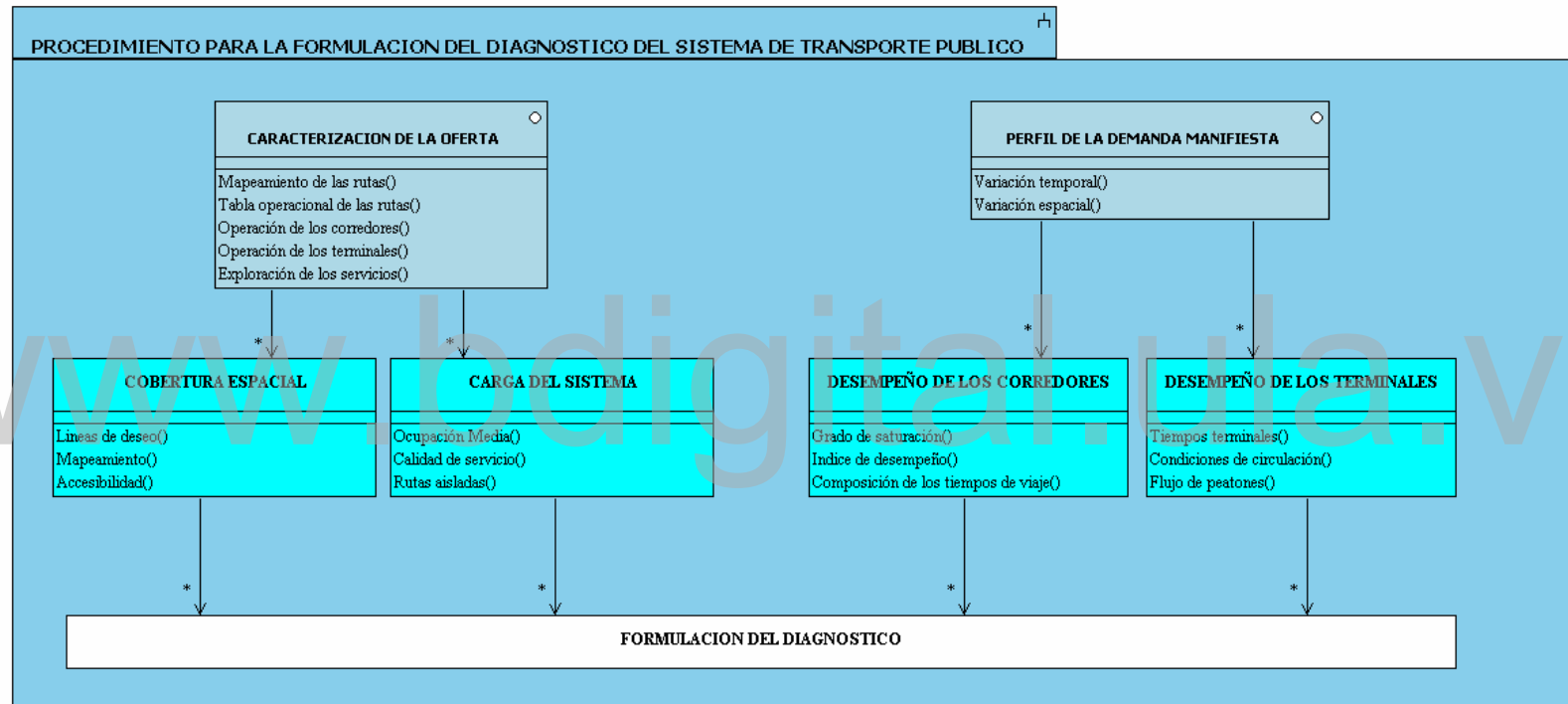
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

A.1. Planeamiento Operativo del Sistema de Transporte Público

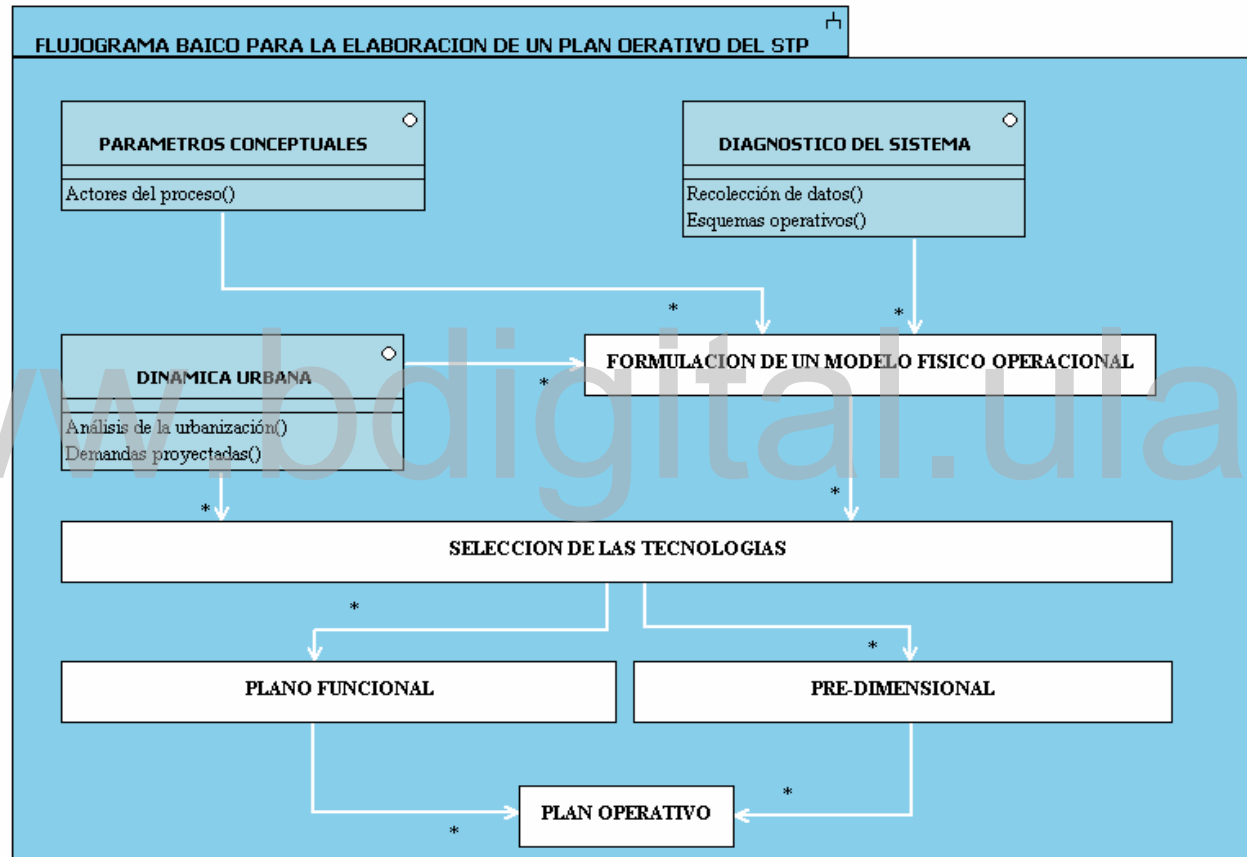




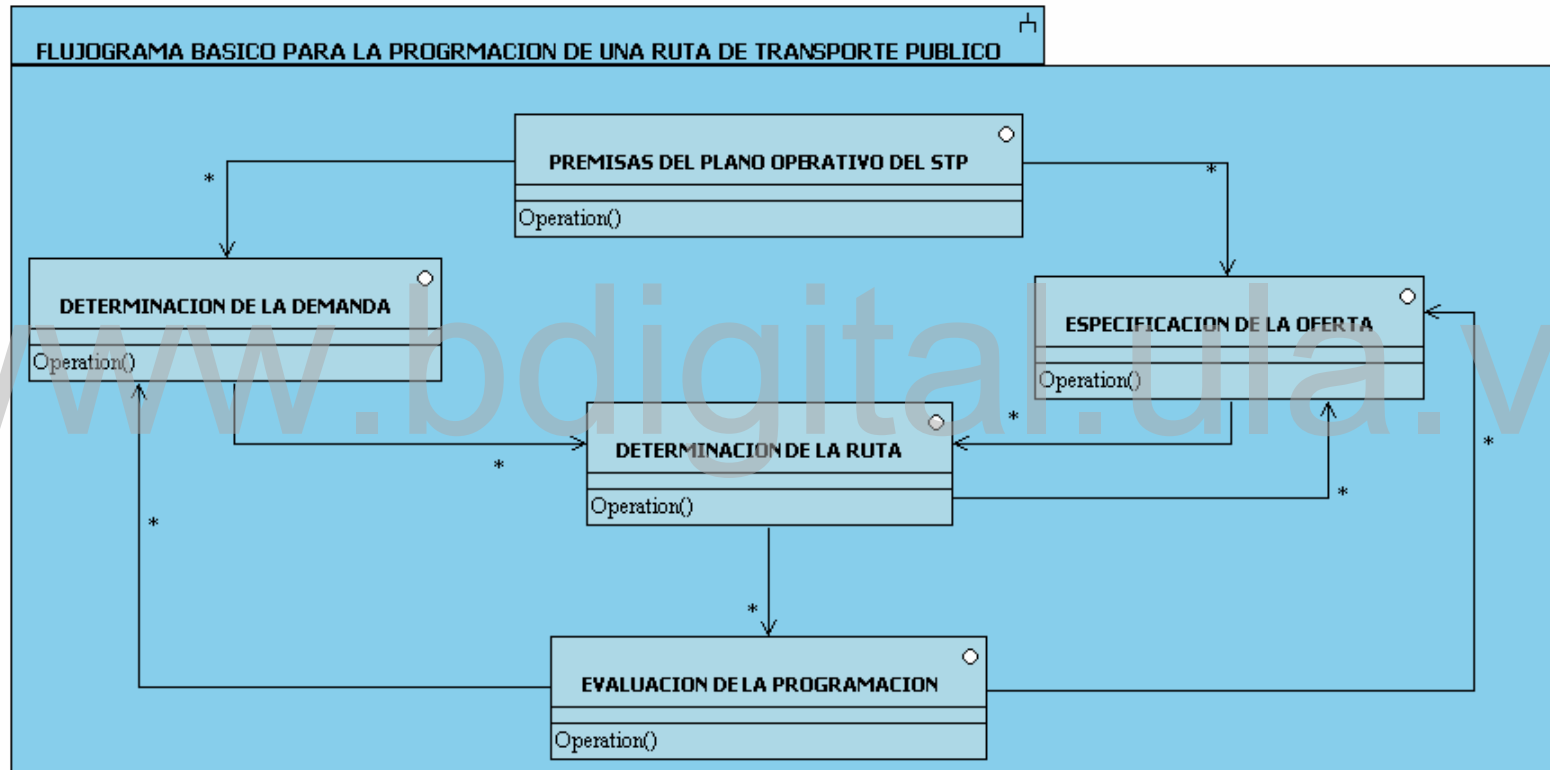
A.2. Formulación del Diagnostico del Sistema de Transporte Público



A.3. Elaboración de un Plan Operativo del Sistema de Transporte Público



A.4. Programación de una Ruta del Sistema de Transporte Público



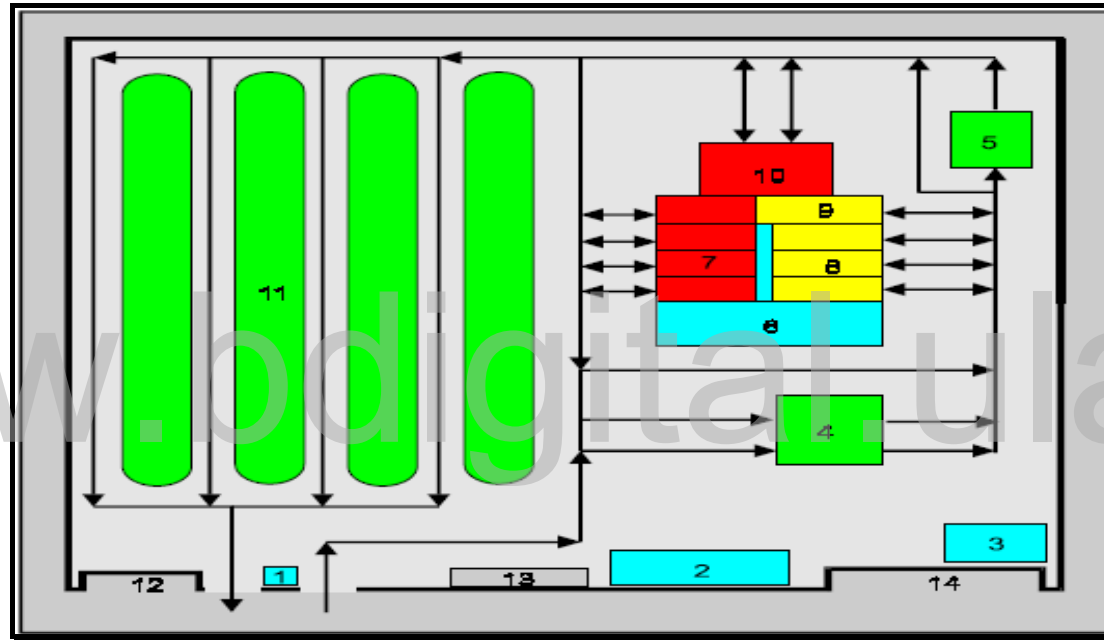
## APÉNDICE A

---

### A.5. Información Técnica del Sistema de Transporte Trolmérica

 Información Técnica	
Tipo de Unidad	Trolebús
Fabricante	Mercedes Benz
Modelo	0405G con Tracción Dual
Tipo de Motor	Eléctrico 230Kw de Potencia
Motor de Emergencia	Diesel 6 Cilindros en Línea
Capacidad de las Unidades	180 Pasajeros
Velocidad Promedio	70Km/h
Velocidad Operativa	23Km/h (Incluyendo Paradas)
Total de Líneas Proyectadas	3
Longitud total de Recorrido	32Km
Número de Estaciones	33 Línea 1 (en Estudio Líneas 2 y 3)
Total de Pasajeros Proyectados por Día	150.000 Línea 1 (en Estudio Líneas 2 y 3)
Total de Unidades	45 Línea 1 (en Estudio Líneas 2 y 3)
Frecuencia de Paradas	1, 5 – 6 minutos Línea 1 (en Estudio Líneas 2 y 3)

**A.6. Distribución de Patios y Talleres del Sistema de Transporte Trolmérída**

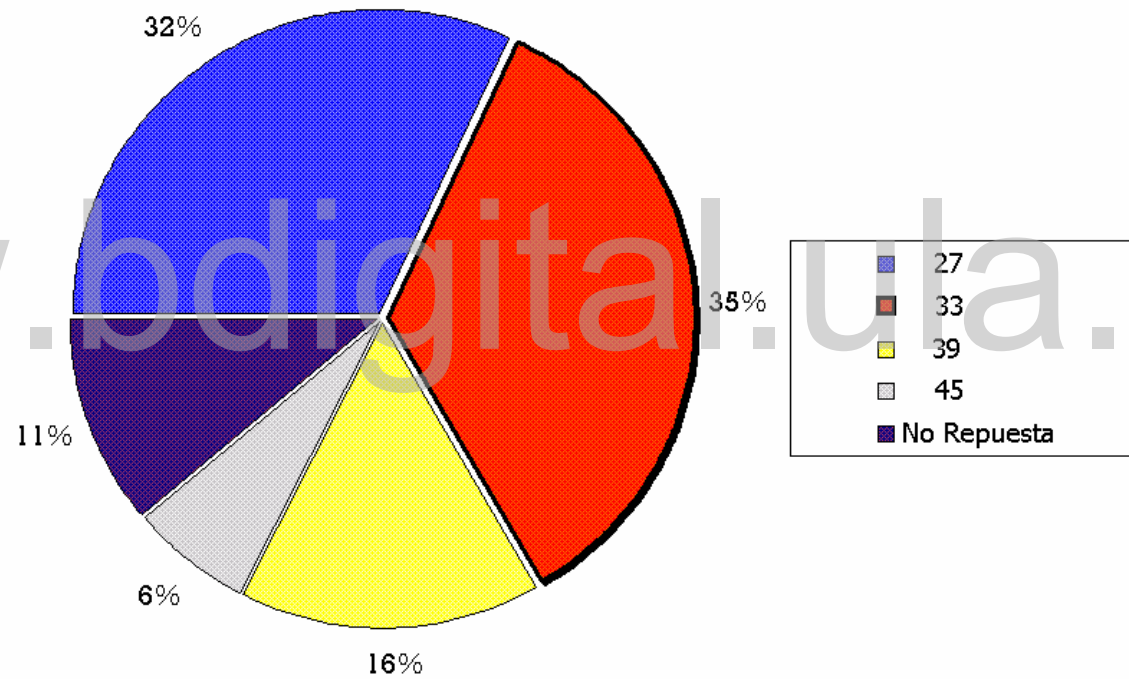


1.- Portería, 2.- Administración, 3.- Área social, 4.- Área de abastecimiento, 5.- Área de lavado, 6.- Área de apoyo (reparación y repuestos), 7.- Área de mantenimiento correctivo, 8.- Área de mantenimiento preventivo, 9.- Área de lubricación, 10.- Latonería y pintura, 11.- Área de parqueo de buses, 12.- Estacionamiento de visitantes, 14 y 15.- Estacionamiento de área administrativa.

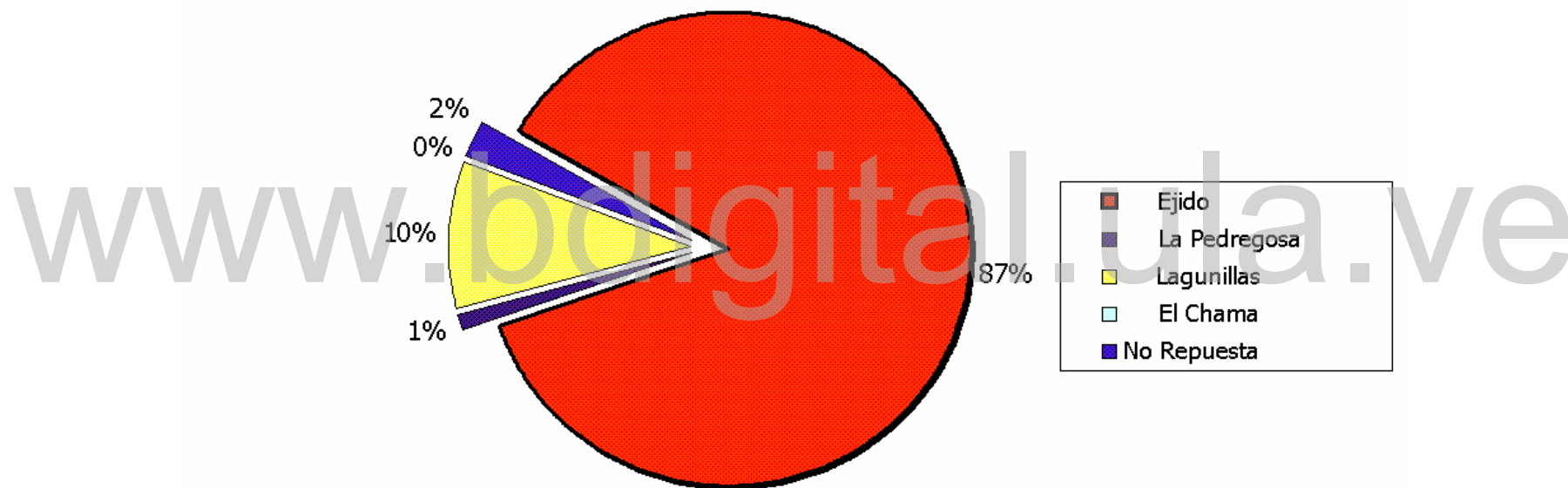
## **APÉNDICE B**

### **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LA POBLACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE TROLMÉRIDA**

**B.1. Número de Estaciones del Sistema de Transporte Trolmérida**

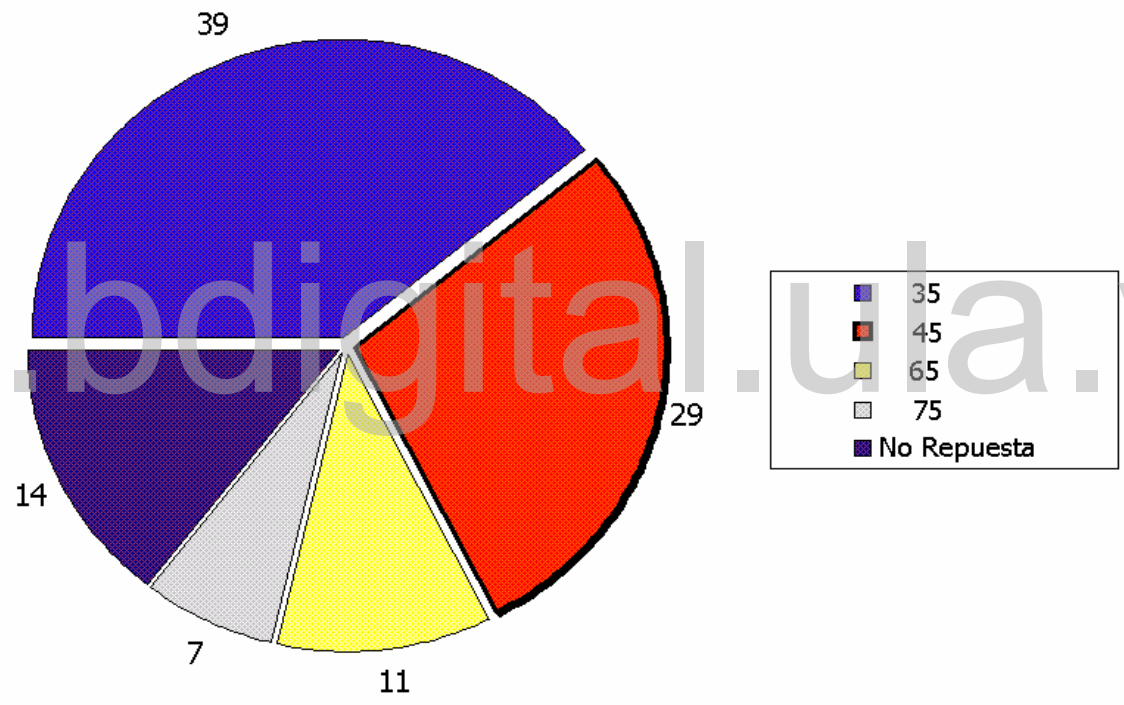


**B.2. Inicio del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica**

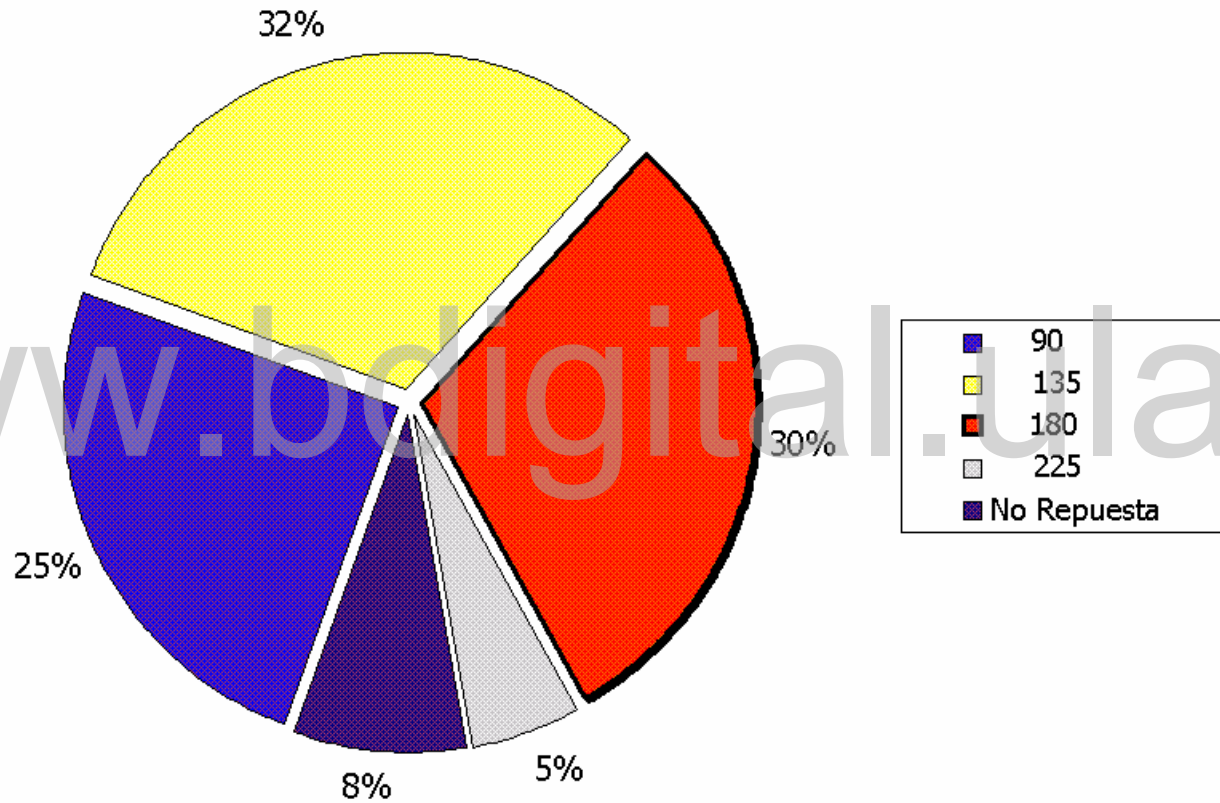




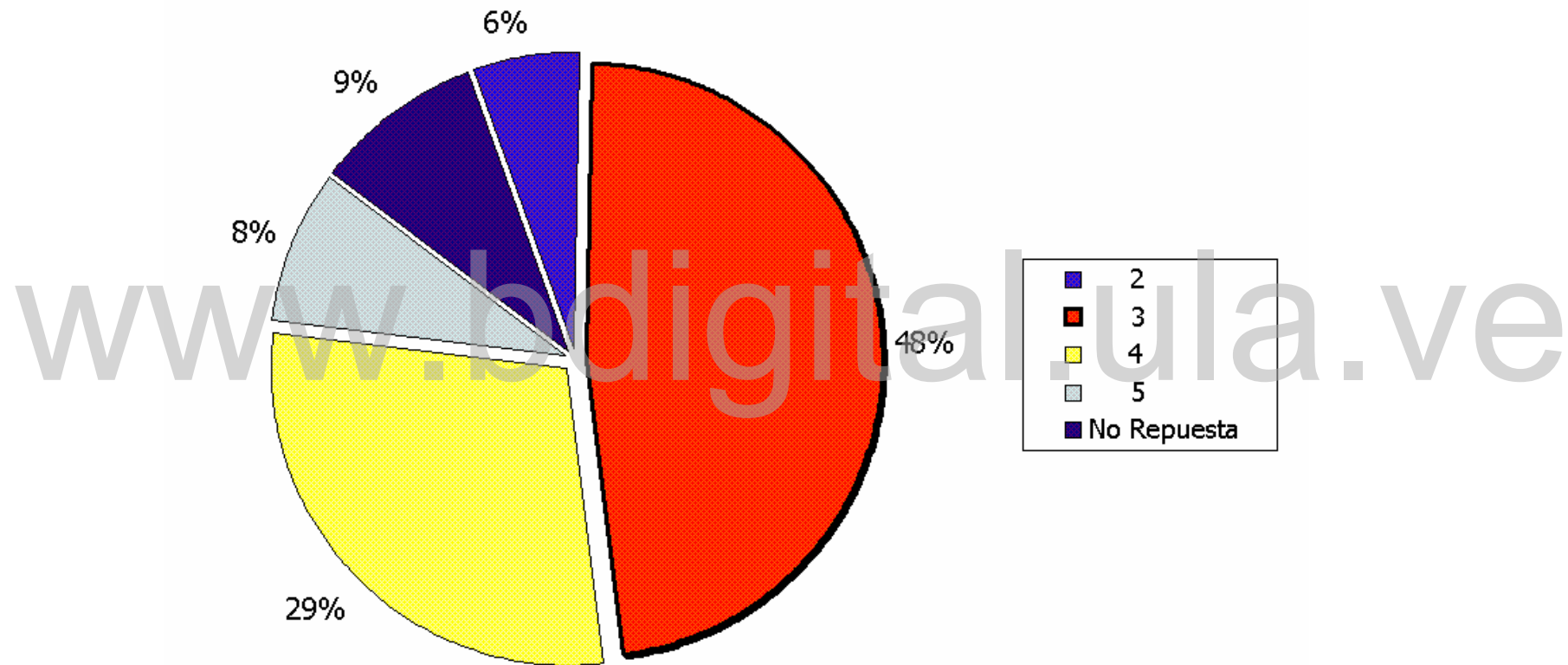
**B.3. Número de Unidades del Sistema de Transporte Trolmérida**



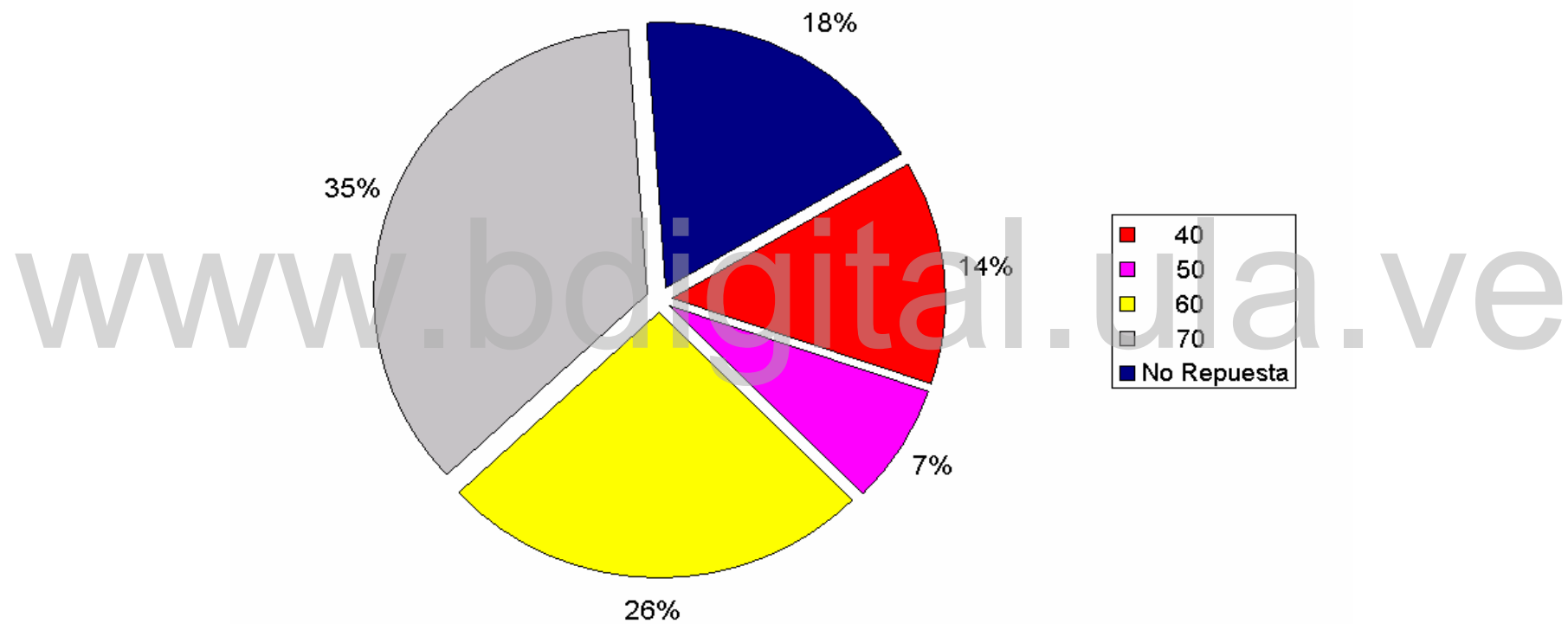
**B.4. Capacidad Total de las Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica**



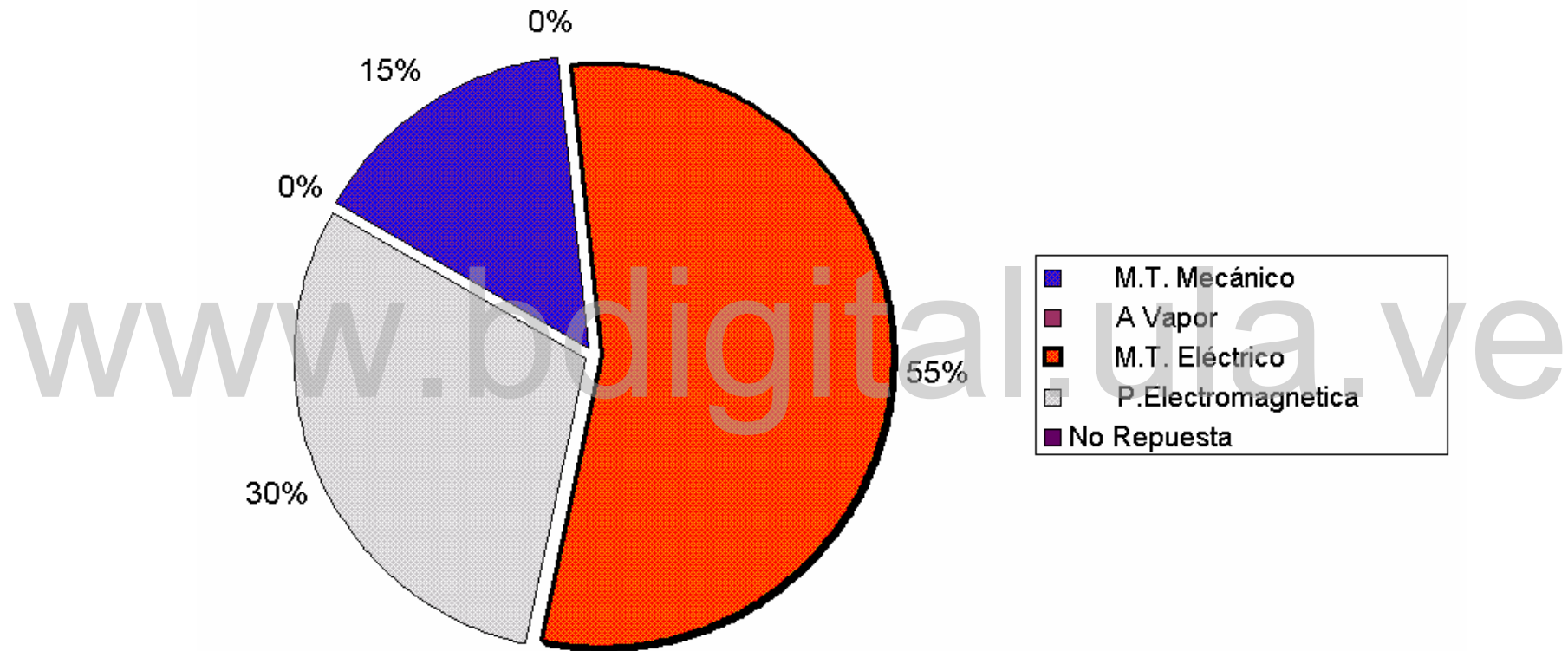
**B.5. Número de Líneas del Sistema de Transporte Trolmérica**



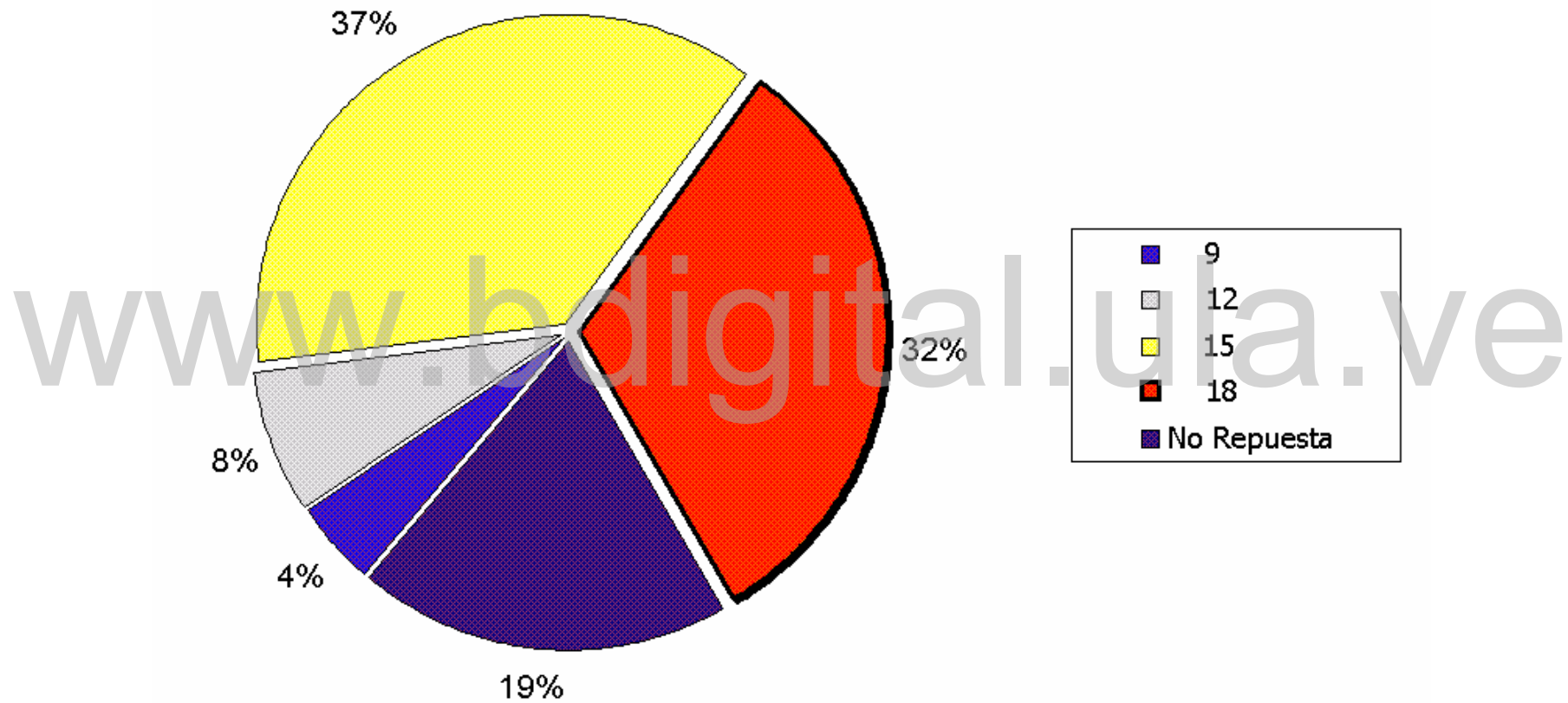
**B.6. Capacidad de Pasajeros Sentados de las Unidades del Sistema de Transporte Trolmérica**



**B.7. Funcionamiento del Sistema de Transporte Trolmería**



**B.8. Longitud del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica**



**B.9. Final del Recorrido del Sistema de Transporte Trolmérica**

