

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE
PÚBLICO DE ACUERDO AL TIPO O MODELO DE CIUDAD.”**

AUTOR:

FAUSTO ANDRÉS GUANOLUISA VIZUETE

DIRECTOR: ING. GUSTAVO YÁNEZ.

QUITO, 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo es fruto de un gran esfuerzo tanto mío como de los que me han acompañado en cada momento de su desarrollo va dedicado a mis padres y mi hermana que siempre supieron alentarme y apoyarme para lograrlo, de igual manera a Dios y a la Virgen María que con su bendición hicieron posible este sueño.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento va dirigido ante todo a Dios y a la Virgen María que con su protección me llevaron con bien acompañándome en todo momento.

A mis padres por su cariño y apoyo incondicional, siendo mi soporte fundamental, dándome siempre palabras de ánimo en los momentos difíciles.

A mi hermana por su comprensión y paciencia para ayudarme.

A los Ingenieros Patricio Castro y Diego Egas, Revisores del proyecto de tesis por su preocupación y ayuda en la ejecución del proyecto con su experiencia y conocimiento me brindaron valiosas recomendaciones y consejos para mejorar el contenido del trabajo.

En especial al Ing. Gustavo Yáñez, mi director de tesis, que siempre tuvo la apertura para atender mis dudas y colaborar conmigo, ha sido un gran apoyo y guía en este proceso.

A mis profesores de la Facultad por sus enseñanzas, ética y profesionalismo siendo ejemplo a seguir en mi carrera.

A mis amigos del colegio y la universidad que siempre estuvieron pendientes de mí acompañándome, siendo el apoyo necesario para mí, a mis compañeros, allegados y conocidos que forman parte de mi vida contribuyendo a mi desarrollo personal y profesional con la ayuda de todos finalmente concluyo esta etapa.

RESUMEN

El presente es un trabajo de investigación y análisis de la temática de los sistemas de transporte y los tipos de ciudad establecidos por su forma y función, con el crecimiento acelerado, falta de planificación urbana y la poca información acerca del tema hizo necesario su estudio por lo que cada capítulo trata los criterios y aspectos relacionados con el análisis que finalmente contribuirán al resultado planteado.

El capítulo uno está conformado por la definición de ciudad y ciudad tipo en la cual se basa el fundamento teórico del sistema urbano, donde igualmente sirve de base para clasificar los diferentes tipos de ciudad por su forma como por su función, en la primera parte de este capítulo se muestra las generalidades y antecedentes de cada uno de los tipos de ciudad clasificados presentando su origen y evolución así como también luego se detalla su organización y orden, presentando facilidades e inconvenientes de su distribución desde el punto de vista urbano.

En el capítulo dos se hace una introducción al estudio de los sistemas de transporte público resaltando sus características, particularidades y la estructuración de los modos de transporte, se escoge los sistemas de transportación pública mostrados estableciendo relaciones y diferencias entre los mismos, igualmente se hace referencia a su operación y funcionamiento valiéndose de anexos que describen más claramente sus especificaciones, se destaca el caso particular del sistema BRT en el Ecuador donde se presenta una síntesis de su actividad; finalmente se muestra las ventajas y desventajas de su implantación.

El capítulo tres constituye el análisis como tal, contiene la información referente de selección más útil de los anteriores capítulos, destaca la interacción entre tipo de ciudades por forma y función con los sistemas de transporte público y las actividades del espacio urbano, su relación y criterios tomados de la asamblea XX de ALAMYS, asimismo los parámetros de correspondencia entre las variables en estudio, la influencia causada en el aspecto urbano por la selección de un sistema de transporte, por último se obtienen los resultados finales fruto del análisis previo dentro de los parámetros establecidos de comparación; esta tabla recoge conceptos y resultados concretos del estudio.

El capítulo cuatro corresponde a las conclusiones obtenidas luego de haber desarrollado el presente trabajo desde la óptica establecida del proyecto, también están las recomendaciones que se describen en beneficio de futuras experiencias y que permitirán cumplir con los objetivos propuestos dando así un mejor resultado.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I.....	1
DESCRIPCIÓN DE CIUDADES TIPO PERTENECIENTES A MODELOS DE DESARROLLO URBANO.	1
1.1 Definición de ciudad y ciudad tipo.....	1
1.1.1 <i>Ciudad.</i>	1
1.1.2 <i>Ciudad Tipo.</i>	2
1.2 Tipos o modelos de ciudad por su forma y organización urbana.	4
1.2.1 <i>La forma.</i>	5
1.2.2 <i>La función.</i>	7
1.2.3 <i>Clasificación por su forma y función.</i>	9
1.3 Generalidades de cada uno de los tipos o modelos de ciudad.	11
1.3.1 Tipos o Modelos de Ciudad por su Forma.	11
1.3.2 Tipos o Modelos de Ciudad por su Función.	15
1.4 Detallamiento de tipos de ciudades.	22
1.4.1 <i>Ordenamiento y organización.</i>	22
CAPÍTULO II	45
DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN PÚBLICA EXISTENTES.	45
2.1. Introducción al estudio de sistemas de transporte público.	45
2.1.1. <i>Generalidades y características de los sistemas de transporte público.</i> 47	
2.2. Sistemas de transporte público vigentes.....	56
2.3. Diferencias entre modalidades de transporte público.....	72
2.3.1. <i>Operación y funcionamiento de los sistemas de transporte público....</i>	79
2.4. Ventajas y desventajas puntuales de cada tipo de transporte público.	87
2.4.1. <i>Ferrocarril suburbano o “de cercanías”</i>	87
2.4.2. <i>Metro (metro “pesado” subterráneo o elevado – heavy rail).</i>	89
2.4.3. <i>Metro liviano (light rail transit - LRT).</i>	91
2.4.4. <i>Ómnibus expreso sobre vía exclusiva (bus rapid transit - BRT).</i>	94
CAPITULO III.....	98
ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN PÚBLICA DE ACUERDO AL TIPO O MODELO DE CIUDAD.	98
3.1 Interacción entre sistemas de transporte público y el tipo de ciudad.	98
3.2 Relación y correspondencia del transporte público por tipo de ciudad.....	102

3.3	Influencia de la selección del sistema de transporte público de acuerdo al tipo o modelo de ciudad.	123
3.4	Obtención de resultados y correlaciones finales.	125
3.4.1	<i>Elaboración de tabla de datos y resultados logrados por análisis. ...</i>	126
CAPÍTULO IV		127
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		127
4.1	Conclusiones.....	127
4.2	Recomendaciones.....	130

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Sistema Urbano.....	5
Figura 1. 2 Formas que adopta la ciudad a partir de los diferentes usos del suelo con el paso del tiempo.....	7
Figura 1. 3 Plano de Barcelona.	9
Figura 1. 4 Plano de Alicante.....	12
Figura 1. 5 Esquema de una ciudad de forma lineal.	13
Figura 1. 6 Moscú de noche.	14
Figura 1. 7 Centro histórico - Córdoba	15
Figura 1. 8 Fussa, Ciudad dormitorio de Tokio.	16
Figura 1. 9 Zona industrial de Manchester a mediados del siglo XIX.....	18
Figura 1. 10 Calle comercial de Tokio.....	19
Figura 1. 11 Parlamento de Budapest.	20
Figura 1. 12 Vista panorámica de París.	21
Figura 1. 13 Plano de Montevideo (Uruguay). Ejemplo de plano ortogonal.	23
Figura 1. 14 Plano de La Habana de 1739.	24
Figura 1. 15 Plano de Logroño 1930.....	27
Figura 1. 16 Vista del centro de Vitoria. Plano radiocéntrico de origen medieval en torno a una plaza central.	30
Figura 1. 17 Centro de Ámsterdam.....	30
Figura 1. 18 Plano de Toledo.....	33
Figura 1. 19 Nass, ciudad dormitorio de Dublín.....	34
Figura 1. 20 Polígono Industrial Madrid (Atalayuela).....	38
Figura 1. 21 Génova es una importante ciudad comercial.....	40
Figura 1. 22 Vista general de Brasilia.....	42
Figura 1. 23 Vista de Benidorm.	44
Figura 2. 1 Diferencia entre línea y ruta.	48
Figura 2. 2 Inaugurado en 1863, cubre 253 millas y transporta a 976 millones de personas al año.	50
Figura 2. 3 Capacidad del transporte urbano.	52
Figura 2. 4 Tabla de impactos ambientales formados por sistemas de transporte.	54
Figura 2. 5 Construcción de la primera línea de subterráneos (Buenos Aires, Argentina)	57
Figura 2. 6 Unidad de tren eléctrico de cercanías de los ferrocarriles de la Generalitat de Cataluña.....	59
Figura 2. 7 Metro en la calzada de Tlalpan en sentido norte-sur (México).	61
Figura 2. 8 Metro ligero, el cual no utiliza catenarias y cableado convencionales del tranvía o trolebús (Burdeos-Francia).	64
Figura 2. 9 Autobús articulado y estaciones tubo del sistema RIT, Curitiba, el pionero de los sistemas BRT implementados en el mundo.....	65
Figura 2. 10 Tabla del número de unidades por tipo de transporte BRT.	70
Figura 2. 11 Ejes viales de Pamplona, España. Derecho de vía tipo C.....	73
Figura 2. 12 Derecho de vía tipo B (Estambul, Turquía).....	74
Figura 2. 13 Metro de Medellín. Derecho de vía tipo A.	75

Figura 2. 14 Clasificación según el derecho de vía y tecnología de los medios de transporte.....	78
Figura 2. 15 Clasificación según el grado de independencia de la infraestructura con la tecnología del material móvil.....	78
Figura 2. 16 Interior del tren suburbano, el nuevo medio de transporte entre el estado de México y el Distrito Federal.....	80
Figura 2. 17 Metro de Montreal, Canadá.....	82
Figura 2. 18 Evolución hacia una prioridad eficiente cuando cruza calles y rotondas.	83
Figura 2. 19 Cerca de 180 mil personas se movilizan en Transmilenio durante las horas pico.	86
Figura 3. 1 Esquema de interacción entre actividades del espacio urbano y el sistema de transporte.....	101
Figura 3. 2 Rangos de características técnicas de los modos (Velocidad Comercial vs Capacidad).....	104
Figura 3. 3 Proporción de los modos (Pasajeros vs Distancia de estaciones).....	105
Figura 3. 4 Accesibilidad y cobertura de la red.	105
Figura 3. 5 Uso del espacio.....	107
Figura 3. 6 Costo inicial de los modos vs Capacidad.	107
Figura 3. 7 Accidentabilidad de sistemas que operan a nivel.	109
Figura 3. 8 Relación costo anual de accidentes.....	110

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE CIUDADES TIPO PERTENECIENTES A MODELOS DE DESARROLLO URBANO.

1.1 Definición de ciudad y ciudad tipo.

1.1.1 *Ciudad.*

Para iniciar el estudio de la historia y definición de ciudad se debe referir a los primeros asentamientos permanentes que existieron en el mundo, donde sus habitantes se establecieron, dedicándose a realizar trabajos y diferentes actividades humanas que centralizaron en un mismo lugar.

El concepto de ciudad se define por criterios, parámetros y componentes de una estructuración urbana establecida, por tal motivo ciudad se denomina al espacio geográfico o área urbana que ostenta una alta densidad poblacional, predominio fundamental de los servicios urbanos básicos, industrias que ofrecen funciones de residencia, gobierno, producción, comercio e intercambio.

Existen algunos criterios con los que se diferencia a una ciudad de otro tipo de asentamiento de menor grado aquí se presentan 3 criterios:

- La morfología del paisaje urbano es un elemento útil para definir lo que es ciudad.

La apariencia externa, forma y estructura de una ciudad es diferente a la de otros

núcleos de población es decir cuenta con edificios altos, calles grandes y anchas que facilitan un tráfico intenso, en fin una gran infraestructura.

- Otro criterio que se utiliza para definir las ciudades es el estadístico, se fundamenta en la densidad poblacional (número de habitantes por km²) puede ser un criterio variable al existir disparidad de umbrales de población en el mundo.
- El tercer criterio a tomarse en cuenta es la actividad económica que desarrollan sus habitantes, donde existe un predominio del sector económico secundario y terciario, al contrario de actividades de sectores primarios que se realizan en zonas rurales como la agricultura, se puede adjuntar a este criterio otros que hacen referencias a aspectos sociológicos.

De manera sintetizada se puede puntualizar a la ciudad como un lugar geográfico donde se manifiestan, en forma concentrada, las realidades sociales, económicas, políticas y demográficas de un territorio; más vinculado al punto de vista urbano se conceptualiza como zona intervenida por el hombre de características físicas intangibles como construcciones con carácter de continuidad y contigüidad, desarrollada infraestructura de transportes y comunicaciones, sistemas de servicios básicos, espacios públicos, zonificación y escaso terreno destinado a los espacios verdes, etc.

1.1.2 Ciudad Tipo.

Una vez definido el concepto de ciudad es preciso también definir lo que significa ciudad tipo; que tiene un concepto similar al de ciudad es decir cuenta con una

estructura urbana propia, una forma, función y organización particulares, que la identifican o en la que se fundamenta.

En fin, esta estructura urbana está constituida por elementos físicos que alcanzan a variados destinos y actividades. La distribución de estas actividades corresponde a diversos usos de suelo en cada ciudad. Los principales son: habitación, industria, vialidad, equipamiento, comercio y oficinas.

Aspectos primordiales que influyen en la concepción de una ciudad tipo son:

- ✓ La disposición de las calles, o el entramado viario; es una cuestión que aunque los edificios urbanos pueden derribarse y construirse de forma diferente, el trazado de las calles es difícil de modificar, por lo que un análisis del mismo permite conocer su desarrollo y evolución a través del tiempo.
- ✓ El tipo de edificios que predominan en una ciudad es otro elemento importante de la conformación urbana y la ocupación al que están destinados, permite saber las actividades humanas que se desarrollan en ellos.
- ✓ Las funciones de las calles y edificios dan a las zonas urbanas una morfología especial. Un punto a tomar en cuenta es que la forma y conformación del trazado de los edificios y calles de las ciudades están en relación con las funciones que se desarrollan en ella.
- ✓ La situación o lugar que ocupa una ciudad respecto a su entorno geográfico es también otro factor importante que incide directamente en el posterior desarrollo e influencia del área a la que pertenece, lo que contribuirá a las comunicaciones y red de transportes, esto quiere decir que cuanto más fácil sea el acceso y mayor el número de comunicaciones de una ciudad mayor será su influencia y avance.

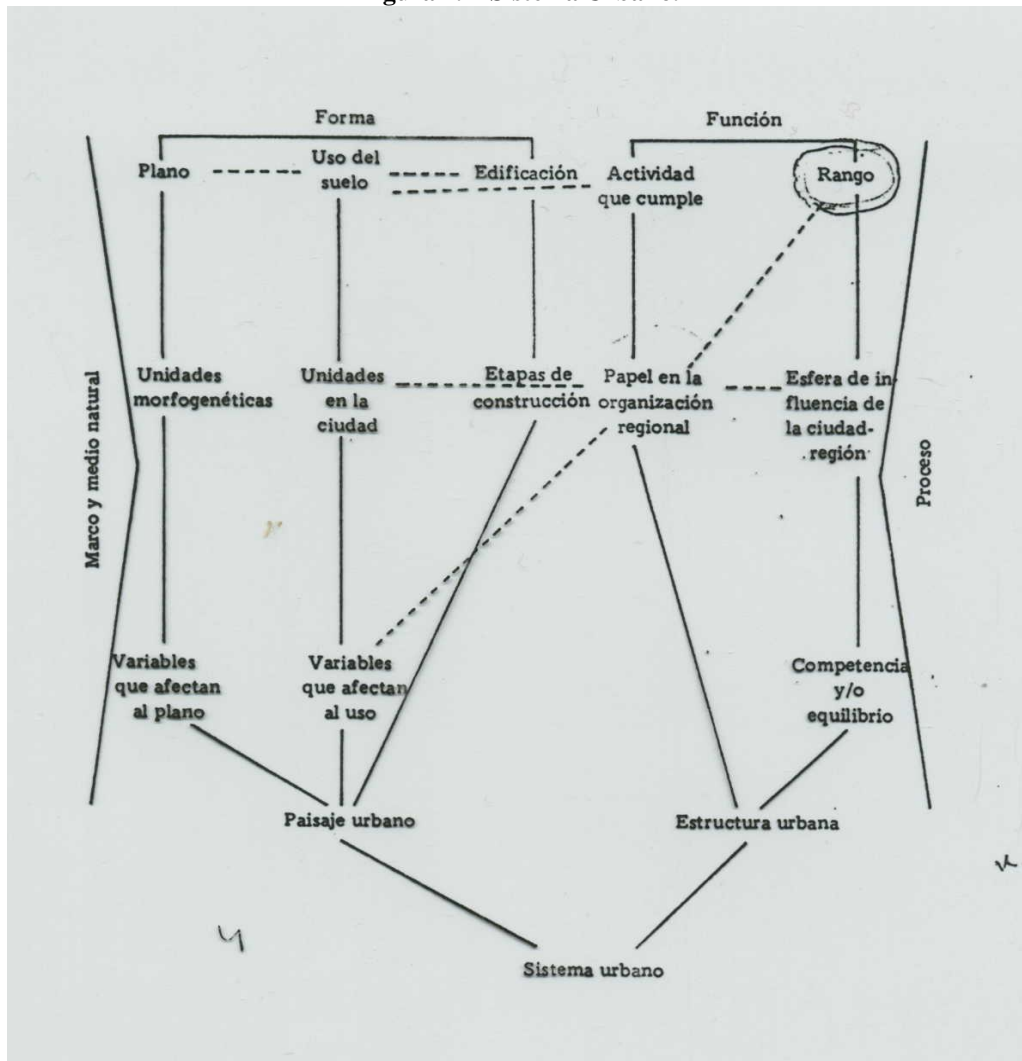
Por tal motivo una ciudad tipo se especifica como una ciudad que por su organización, características y distribución estructural urbana cumple con una función relacionada a las actividades que realiza la mayor parte de la población y de la cual depende su economía; sin embargo ninguna ciudad puede dedicarse únicamente a una sola actividad puesto a que esta misma genera otras, por esta razón se refiere a la función predominante o primordial de la ciudad.

1.2 Tipos o modelos de ciudad por su forma y organización urbana.

Las ciudades como ejes de desarrollo tienen un amplio alcance por lo que su organización y clasificación obedecen a variedad de factores. La ciudad al ser un sistema urbano vislumbra dos aspectos: LA FORMA (el marco y medio natural) y la FUNCIÓN (proceso interno o dinámica de la ciudad). Un SISTEMA URBANO se compone de su PAISAJE URBANO y su ESTRUCTURA URBANA que, en mutua relación, dan las características propias a una ciudad (identidad propia) que la distinguen de otras.

En la Figura 1.1 se muestra el esquema de organización de factores que influyen en la composición y estructura que componen el sistema urbano.

Figura 1. 1 Sistema Urbano.



Nota: Fuente: CIVIT. E. F, de MANCHON. (1983) Técnicas en Geografía. Ed. Inca. Mendoza. Argentina, <http://www.monografias.com/trabajos6/geur/geur.shtml#geo#ixzz2Gf3Ytys3>.

1.2.1 La forma.

El paisaje urbano se asienta en el marco y medio natural, que resulta de la interacción de variables como: el plano, el uso del suelo y la edificación, “Las tres varían con independencia entre sí, dando lugar a una variedad infinita de escenarios urbanos, es decir paisajes urbanos”¹. Cada una de ellas (plano, uso del suelo o edificación) se deben analizar en forma sistemática, debiendo después establecer su correlación existente para alcanzar la síntesis del paisaje urbano.

¹ Harold Cárter. Geografía urbana. Internet. www.monografias.com/trabajos6/geur/geur.shtml. Acceso: 23/01/2013

Dentro del plano o espacio urbanizado se presentan unidades morfogenéticas (morfo = de forma y genéticas de génesis = nacimiento u origen).

Generalmente se da el caso de un relevamiento de usos del suelo que da origen a algunas formas en el plano que se pueden distinguir cuando hay algún cambio o implementación adicional en el sector. Las unidades morfogenéticas causan un efecto multiplicador de los usos del suelo que se corresponden; y relacionan directa o indirectamente con las actividades de los mismos, así se da el caso de que una nueva terminal de buses genera la instalación de pensiones, hoteles, bares, comedores, quioscos, y negocios de diversos rubros en sus inmediaciones, otra muestra es la Universidad que da lugar a la aparición de librerías, fotocopiadoras, bares, comedores, pensiones, quioscos, etc.

Las unidades morfogenéticas mueven variables que afectan al plano, ya que son productoras de cambios en la forma que se puede ver en el plano. También se dan casos en los que las unidades morfogenéticas al comienzo no se pueden apreciar en el plano, hasta que su efecto es significativo y evidente.

Las diferentes formas y configuraciones de calles y manzanas que adopta la ciudad se muestra en la Figura 1.2.

Los usos del suelo agrupados forman unidades en la ciudad, por ejemplo: los usos de suelo residenciales en unidades son los barrios; o los usos industriales agrupados forman el área industrial o el parque industrial; los usos comerciales agrupados, constituyen el centro comercial o centro de negocios, los usos administrativos conforman el centro administrativo o área administrativa, etc. En ocasiones el centro administrativo se confunde con el comercial, con el religioso y con el histórico y cultural.

Figura 1. 2 Formas que adopta la ciudad a partir de los diferentes usos del suelo con el paso del tiempo.



**Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://espaciogeografico3eso.blogspot.com/2009/10/diferentes-tipos-de-plano-urbano.html>**

La edificación está íntimamente relacionada al uso del suelo, así como el uso del suelo a las actividades que se cumplen en la ciudad; pero hay que tener presente que la edificación se compone de diversos tipos de usos que tendrán porcentajes de participación diferente. Así se da el caso que se produce un importante asentamiento industrial, en pocos años, y genera un crecimiento de carácter residencial y comercial del tejido urbano, lo que afecta a la distribución habitual del plano de una ciudad.

1.2.2 *La función*

Esta constituye una parte fundamental en el proceso de la estructura urbana, la cual le da su identidad propia; por lo que es necesario analizar la o las actividades principales que efectúa la ciudad y según su magnitud e importancia se convierten en función o funciones desprendiéndose así su organización respectiva.

La función está dada por la actividad en la que se desempeña el mayor número de habitantes, y que sobrepasa los límites de la ciudad en forma de bienes y/o servicios en beneficio de la región o de otros núcleos urbanos de la red; ya sea en el ámbito local, nacional o mundial. El área de influencia dependerá de la importancia de la función, lo cual le dará a la ciudad un rango y un papel en la organización regional.

Como se muestra en la Figura 1.3 se distinguen áreas de influencias por sectores según la forma y función desempeñada.

La organización (por las funciones que cumple) nos permite determinar las áreas de influencia que tienen de acuerdo con la función que se considere.

Una ciudad puede tener una pequeña área de influencia en la función comercial, pero una muy importante en el aspecto educativo o cultural, estas funciones crean situaciones de competencia o equilibrio. Son de equilibrio cuando en ciudades se prestan (o se intercambian) servicios distintos, por ejemplo, una ciudad comercial o turística y otra industrial o administrativa. También puede presentarse una situación de competencia cuando, en los núcleos urbanos, se cumplen las mismas o casi idénticas funciones.

Figura 1. 3 Plano de Barcelona.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://iescasasviejas.net/1.web/salus/SALUS%20DOCUMENTOS/2BHGEHU/temas/urbanismo/urbanismo1.htm>.

Todo lo que se refiere a la función o funciones de una ciudad y las actividades varias que se realizan en ella, aunque no se relacionen directamente a la función (actividades intraurbanas) conforman la estructura urbana que en relación con el paisaje urbano constituyen el Sistema Urbano.

1.2.3 Clasificación por su forma y función.

A partir de lo mencionado anteriormente, las ciudades se dividen por su forma y función.

Es lógico definir una ciudad por su función; aunque estas son muchas y variadas, pueden cambiar con el tiempo y evolucionar desde su creación; como es el caso de ciudades que después de haber cumplido una función durante un período, luego pueden desempeñar otra actividad o a su vez combinarla.

En el caso de su forma refleja las distintas estructuras urbanas que en ella se establecen además de mostrar la forma concreta que adopta el plano de una ciudad y

depende del marco, o medio natural, las características culturales, la situación socioeconómica o política, entre otras.

❖ *Por su Forma.*

Las ciudades por su forma de plano se clasifican en:

- Equirrectangular, en cuadrícula o en damero.
- Lineal.
- Radioconcéntrico.
- Irregular.

Se fundamentan en la forma del plano que adopta o del que se originó la ciudad además su tamaño y configuración.

❖ *Por su Función.*

Las ciudades por su función se clasifican en:

- Ciudades dormitorio o residencial.
- Ciudades industriales.
- Ciudades comerciales.
- Ciudades político-administrativas.
- Ciudades turístico-culturales.

Los tipos de ciudades que se muestran en la clasificación tanto por su forma como por su función son las más representativas puesto que recopilan aspectos generales que abarcan otros tipos ordenamientos urbanos que pueden estar dentro de una de las clasificaciones ya mencionadas, como es el caso de otra configuración de planos y distinta funcionalidad urbana.

1.3 Generalidades de cada uno de los tipos o modelos de ciudad.

Como ya se pudo ver en el numeral 1.2.3, se definió parámetros de clasificación de ciudades por su forma y función que a su vez se dividen en ciudades de características particulares que las distinguen de otras.

Así se da lugar a la presente explicación de cada una de ellas con su origen y generalidades.

1.3.1 Tipos o Modelos de Ciudad por su Forma.

1.3.1.1 Ciudad de plano equirectangular, en cuadrícula o en damero.

La ciudad con plano de forma cuadrículada es un tipo de plan urbano, muy antiguo, se lo atribuyó durante mucho tiempo a Hipodamo de Mileto y se creía que él era su autor, por lo que a este plano también se lo llama hipodámico; pero las investigaciones acerca el Antiguo Egipto y Babilonia muestran trazados urbanos ortogonales anteriores a la época de Hipodamo, lo que evidencia que estas culturas tuvieron gran influencia sobre Grecia y son los verdaderos creadores de este ordenamiento.

Este tipo de plano es una forma de disposición urbana basada en calles bien trazadas, rectas, anchas, y que se cortan en perpendicular y paralelo que permite la formación de manzanas cuadradas o rectangulares. Que dan lugar a una forma de cuadrícula o damero.

Es un tipo de plano ordenado, racional y planificado, indica una intención de orden como muestra la Figura 1.4, donde predominan figuras geométricas regulares y rectas.

Figura 1. 4 Plano de Alicante.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.mapasespana.com/espana/alicante/>

1.3.1.2 *Ciudad de plano lineal.*

Esta ciudad tiene su origen en los antiguos asentamientos formados a lo largo de un camino como Siria, en la que el centro de la calle principal suelen ensancharse lo que crea una elegante plaza que adquiere la categoría de lugar social.

De manera general se define como un tipo de trama urbana consecuencia de la disposición de poblaciones a lo largo de un camino o en torno a una vía de comunicación de esta manera surgieron muchos asentamientos de forma lineal con la expansión de las vías del ferrocarril, así como también ocurrió con las rutas y caminos de mayor tránsito. Como muestra la configuración en la Figura 1.5, a lo largo de una ruta.

De igual manera se produjeron estos tipos de planos por razones topográficas en las costas, al pie de laderas y en las márgenes de algunos ríos.

Se caracteriza por ser un plano urbano de forma alargada por su propia estructuración y concepción.

Figura 1. 5 Esquema de una ciudad de forma lineal.



**Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-lineal.html>.**

1.3.1.3 *Ciudad de plano radioconcéntrico.*

Se origina en las antiguas ciudades medievales nacidas en torno a un cruce de caminos donde se ubicaba un centro de importancia o punto central destacado de la ciudad que normalmente es una plaza pero también podía ser un: castillo, monasterio, iglesia o lugar de mercado. Las edificaciones se situaban alrededor de ese espacio céntrico y una muralla circular rodeaba toda la ciudad. Las calles principales partían del espacio central hacia las puertas de la muralla en forma de estrella.

Este tipo de plano se trata de una forma de trazado regular que se caracteriza porque algunas de sus calles o avenidas convergen en un centro (vías radiales), mientras que el resto se disponen concéntricamente a este centro y comunican a las calles radiales entre sí (calles o avenidas circunvalantes) que forman anillos en torno al centro.

La forma radial indica focalidad o concurrencia hacia cierto punto, al que convergen las vías, además presenta crecimiento y distribución con vialidades periféricas o circulares como se puede apreciar en la Figura 1.6.

Figura 1. 6 Moscú de noche.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/plano-radiocentrico.html>.

1.3.1.4 *Ciudad de plano irregular.*

La ciudad con esta forma de plano irregular es un tipo de plan urbano de aspecto anárquico, sin forma definida. Es muy típico de ciudades medievales cristianas como, islámicas. En el caso islámico es fruto de la decisión de construir así, otro es haber tenido un origen multipolar la ciudad y que al confluir varios centros que crecen, se juntan y dan como resultado esta distribución. Otra razón es la

yuxtaposición de varios tipos de plano diferentes, como en el caso de algunas ciudades actuales.

No mantiene una trama urbana ordenada sino que es un trazo tortuoso que se caracteriza por calles de un trazado no regular que se cruzan sin ningún orden aparente, con calles sinuosas y estrechas, muchas de ellas no llevan a ningún sitio, además poseen plazas de formas indefinidas que generan sensación de laberinto.

Son producto de la falta de planificación, no obedece a un plan o proyecto previo; sino que es el resultado de un crecimiento espontáneo, natural y orgánico como es el caso del plano del centro histórico de Córdoba-España que se indica en la Figura 1.7.

Figura 1.7 Centro histórico - Córdoba



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-irregular.html>.

1.3.2 Tipos o Modelos de Ciudad por su Función.

1.3.2.1 Ciudades dormitorio o residencial.

Se define como un asentamiento residencial que tiene la característica de ser cercana a una importante urbe o estar en la periferia de una gran ciudad, son ciudades o concentraciones pequeñas y no muy desarrolladas, donde reside principalmente la gran parte de la masa trabajadora de las urbes que se desplazan diariamente a laborar a

otro centro urbano industrializado y/o comercializado pero no solamente con ese fin la gente se traslada a la ciudad sino también a estudiar, ir a hospitales, centros comerciales, en fin a realizar la mayor parte de sus actividades e incluso hasta con fines de distracción. La razón es que estos asentamientos residenciales cuentan con poca actividad comercial, industrial y de infraestructura, solo cuenta con la estrictamente necesaria como panaderías, farmacias, pequeños terminales de transporte, ambulatorios médicos, entre otros.

En la Figura 1.8, se muestra a una ciudad dormitorio que solo cuenta con actividad urbana local de poco desarrollo industrial y comercial.

Figura 1. 8 Fussa, Ciudad dormitorio de Tokio.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.budoweb.net/ciudades-dormitorio-en-japon/>

Mientras que las grandes urbes concentran sus inmuebles en locales comerciales y alojamientos de alto costo (hoteles y otros). Una vez terminada la jornada laboral, sus habitantes vuelven a casa para descansar hasta el día siguiente.

La concentración en las denominadas ciudades dormitorio se debe al bajo precio del suelo, que permite la edificación de viviendas más económicas.

1.3.2.2 *Ciudades Industriales.*

La denominada ciudad industrial es el espacio urbano creado por el hombre por la necesidad de establecer empresas manufactureras de producción y elaboración de materias primas con infraestructura de servicios (energía eléctrica, agua, drenaje, vías de comunicación, etc.).

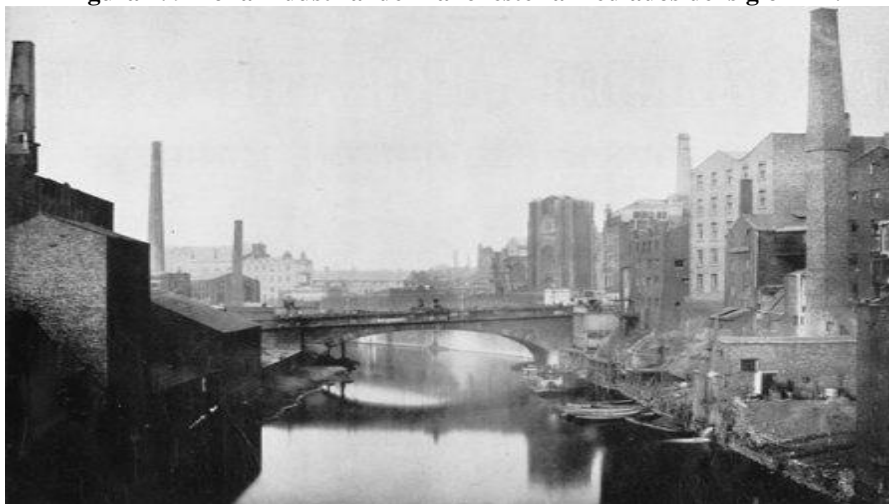
Aunque las industrias no tenían por qué estar necesariamente localizadas en el medio urbano, por la necesidad de mano de obra, concentración de clientes y otros proveedores de servicios necesarios para la producción que se encontraban en el centro urbano, muchas industrias buscaron estar localizadas en la ciudad.

La revolución industrial supuso un rápido crecimiento de las ciudades, que transformaron su fisonomía con nuevos barrios y zonas industriales a causa de la llegada masiva de emigrantes de las zonas rurales.

El auge de la ciudad como contorno industrial atrajo masas de población rural en busca de trabajo en las fábricas.

Algunas ciudades crecieron en torno a las fábricas, el ejemplo más representativo es Manchester, en Reino Unido. Como se ve en la Figura 1.9

Figura 1. 9 Zona industrial de Manchester a mediados del siglo XIX.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://carlesvinvas.wordpress.com/2011/07/31/scuttlers-los-pandilleros-de-la-segunda-revolucion-industrial-i/>

1.3.2.3 *Ciudades Comerciales.*

Las ciudades comerciales se originan con las ferias y mercados de tiempos medievales donde las personas comerciaban unas con otras para comprar y vender; estas ciudades son el producto de cruces de caminos, encrucijadas (unión de distintas vías de comunicación) originados por la necesidad de intercambio de bienes y servicios. Iniciándose como centro de recolección y de distribución de los productos del área rural circundante. Este intercambio de mercancías favoreció el surgimiento de ciudades en lugares bien comunicados.

La función comercial es la que mejor caracteriza a un centro urbano.

En la actualidad las ciudades son el centro comercial de una amplia zona que se abastece de ellas razón por la cual ahí se concentran las principales empresas comerciales, actividades del sector terciario (seguros, almacenes, bancos, agencias,

hoteles, transportes, etc.). Figura 1.10 Añadiéndose los centros de almacenamiento para el abastecimiento y distribución (bodegas).

Figura 1. 10 Calle comercial de Tokio.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://sonarviajes.host.sk/asia/ciudades/japontokio.htm>.

1.3.2.4 Ciudades Político-Administrativas.

Las ciudades de función político-administrativas son ciudades sedes de organismos públicos y administrativos (locales, regionales, nacionales o internacionales), relacionadas con la gestión de administración de las actividades generadas por las grandes empresas, con actividades terciarias de servicios a los ciudadanos de un centro urbano y de su zona de influencia además de actividades relacionadas con la gestión política.

Se definen también como centros de poder coincidentes con la capitalidad del país, que cumplen funciones administrativas y económicas que inciden directamente con el estado.

Como es el caso de Budapest, capital de Hungría que acoge la función administrativa y en ella residen las instituciones del estado, Figura 1.11.

Si se considera el tamaño, importancia y carácter político, una ciudad puede convertirse en centro de las distintas instituciones y organismos de la administración.

Como ejemplos, según sus categorías, tenemos Bruselas, Madrid, Oviedo, y ciudades creadas exclusivamente con la finalidad de concentrar los servicios necesarios para el gobierno como Brasilia.

Figura 1. 11 Parlamento de Budapest.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
http://www.europaenfotos.com/budapest/pho_buda_48.html

1.3.2.5 *Ciudades Turístico-Culturales.*

Este tipo de ciudades por su función tienen un amplio alcance distinguiéndose como su nombre lo dice el turismo, la cultura y la religión en el caso del turismo son

ciudades que atraen gran número de visitantes, por lo que poseen un gran desarrollo de sus infraestructuras hoteleras.

Esta función incluye actividades relacionadas con la hotelería, bares y restaurantes, así como hosterías y una amplia variedad de servicios para que el ciudadano disfrute de su tiempo libre como cines, teatros, discotecas, etc.

Con respecto a la función cultural son ciudades en donde fundamentalmente se sitúan universidades, centros de investigación, principales museos, monumentos, salas de exposiciones, teatros y óperas, edificios de valor histórico y artístico que son difusoras de cultura. Como la ciudad de París, Figura 1.12.

En relación con la religión estas ciudades se originan con la práctica de cultos religiosos, que lograron localizarse en el espacio urbano, en las iglesias y templos. Ciudades como Roma, Santiago de Compostela, Lourdes, La Meca son de gran importancia gracias a la afluencia de peregrinos a sus santuarios o iglesias.

Figura 1. 12 Vista panorámica de París.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.viajejet.com/fotos-paris/vista-panoramica-de-paris/>

1.4 Detallamiento de tipos de ciudades.

Lo remarcado anteriormente con respecto a las generalidades de las diferentes clases y tipos de ciudades, sirve de fundamento para de esta manera especificar y puntualizar particularidades de las ciudades ya mencionadas que permitirán conocer más a fondo referencias y datos complementarios, los mismos que serán muy útiles en un futuro análisis.

Lo que se detalla a continuación es el ordenamiento y organización tanto urbana como social; donde destaca la recopilación de ventajas y desventajas de las diferentes configuraciones de ciudades presentadas, y se pone mayor énfasis en aspectos que influyen directa o indirectamente con la transportación cosa que facilita la diversificación de funciones e intensifica la actividad económica de un centro urbano.

1.4.1 Ordenamiento y organización.

1.4.1.1 Descripción de la ciudad de plano equirrectangular, en cuadrícula o en damero.

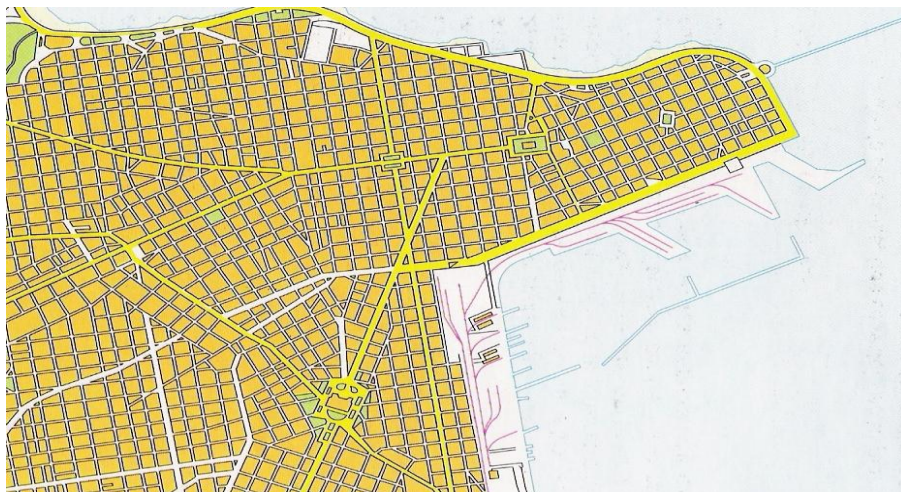
Como especificación del plano ortogonal equirrectangular se lo encuentra en zonas de casi todas las ciudades actuales, ya que ha tenido gran influencia en diferentes épocas al momento de planificar el crecimiento o fundación de nuevas ciudades.

Este plano se ha utilizado a lo largo de la historia ya que ofrece una forma muy simple, como dato aparte fue empleado en ciudades de la antigüedad griega y romana, además este diseño ortogonal fue empleado en la fundación de nuevas

ciudades en la España cristiana medieval y en las colonias americanas. Como es el caso de Montevideo Figura 1.13, y La Habana Figura 1.14, que se muestran respectivamente.

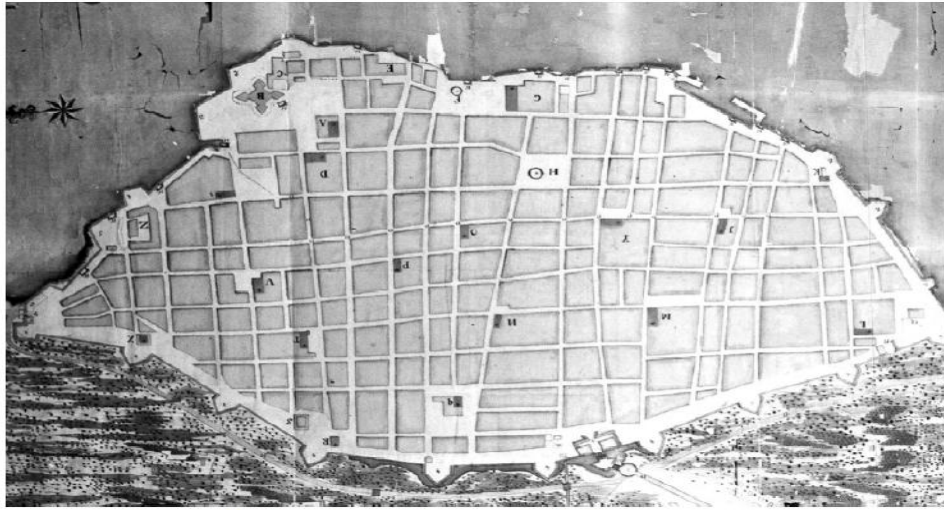
Aunque el origen de este planeamiento urbano es muy antiguo como ya lo mencionamos anteriormente. El trazado rectilíneo ya planificado y organizado en cuadrículas de las calles en ciudades, corresponde en gran medida con el ensanche urbano organizado por la burguesía que vio necesaria la edificación de una nueva ciudad fuera del límite establecido, con mayor orden y sanidad que la ciudad central, y generaron el crecimiento de las ciudades europeas del siglo XIX, en plena revolución industrial.

Figura 1. 13 Plano de Montevideo (Uruguay). Ejemplo de plano ortogonal.



**Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://www.skyscraperlife.com/urbanismo/10381-plano-ortogonal-y-plano-radiocentrico.html>.**

Figura 1. 14 Plano de La Habana de 1739.



Plano de La Habana de 1739. A.G.I., Planos de Santo Domingo, No 531

Nota: Fuente foto tomada de la internet,

http://www.habana-radio.cu/singlefile/?secc=13&subsecc=40&id_art=20081120163704

“Una ciudad ortogonal es un plano sencillo y regular que puede presentarse a todo tipo de desarrollos. Las calles se cruzan en ángulo recto, tienen árboles y están trazados en distancias regulares con una anchura uniforme y se designan con números de orden”². Este tipo de ciudades con planeamiento ortogonal presenta características propias favorables y no favorables que las diferencian de las demás

A continuación se exponen algunas facilidades como:

- Parcelación o división de terrenos para edificaciones
- División o partición de la ciudad en sectores
- Posibilidad de expansión regular y regularidad
- Fácil comunicación tanto en horizontal como en vertical

Pero también muestra inconvenientes como:

²Françoise Choay. Guía de clasificación morfológica de zonas urbanas a partir de sensores remotos. Internet. www.ub.edu/geocrit/ aracne/ aracne-120.htm. Acceso: 22/01/2013.

- Monotonía del trazado, la comunicación en diagonal genera problemas pues sólo es posible hacerlo en trayectos en zigzag, pero se puede suplir esta carencia con la inserción de arterias diagonales en puntos bien estudiados.
- Mala visibilidad en los cruces, para disminuir en algo este inconveniente en los cruces de las calles estrechas, se pueden diseñar edificaciones con chaflanes.
- Dificultades en el cambio de sentido de la circulación, lo que provocan problemas de congestión en el centro en horas pico y complicaciones para conectar el centro con la periferia.
- Problemas para la expansión cuando aparece un relieve adverso o accidente geográfico natural como depresiones o cursos fluviales.

Actualmente, se considera que este planeamiento urbano obstaculiza el tránsito en la ciudad, pues genera un gran número de intersecciones de calles con lo que hace lento el tráfico por la necesidad de control en los cruces con semáforos.

Es importante tener en cuenta que este tipo de plano en su origen fue creado para las comodidades, necesidades y exigencias de aquella época; por lo que para los requerimientos de la actualidad no se ajusta al tipo de flujo y frecuencia vehicular actual que son totalmente diferentes.

En general, para el diseño de nuevas zonas de expansión urbana o centros urbanos se prefiere otro tipo de distribución ya que este presenta algunas deficiencias para este fin.

1.4.1.2 *Descripción de la ciudad de plano lineal.*

Las ciudades de plano lineal surgen a raíz de su desarrollo o construcción a ambos lados de una vía de comunicación de importancia, además de surgir por otros casos que propiciaron para la aparición de este tipo de ciudades como ya lo indicamos con anterioridad en las generalidades.

En varios países, durante la expansión de los ferrocarriles, muchas ciudades comenzaron a construirse a los lados de las nuevas vías del tren que conectaron puntos distantes de extensos territorios, igual sucedió en EEUU durante el siglo XIX con la expansión del ferrocarril hacia el Oeste que comunicara por tierra ambas costas. Este proceso también se daría en la línea férrea del Transiberiano. Chile es otro ejemplo de este caso, en sus costas todavía hay muchas ciudades que mantienen un plano completamente lineal.

Así es como han aparecido muchos núcleos urbanos a lo largo de un camino o a partir de la vía del tren como Logroño, Figura 1.15.

En la actualidad quedan pocas ciudades que presentan esta forma lineal, pero muchas de ellas tienen este origen y otras que con el pasar del tiempo adoptaron una nueva forma o distribución también se iniciaron con este planeamiento, pero todavía existen poblados con plano lineal que no han sufrido ningún tipo de ampliación y se muestran en su estado original.

Este concepto no se debe confundir con la ciudad lineal que es un modelo de organización de ciudades ideales modernas diseñado por el ingeniero y urbanista español Arturo Soria pues son temas distintos. Nuestro caso de ciudades con plano lineal no tienen que haber sido planificadas ni concebidas con anterioridad, o haber

seguido pautas o límites (como sí es el caso de la ciudad lineal), las ciudades que poseen plano lineal han surgido de manera espontánea y sin ajustarse a ningún tipo de normas o imposiciones.

Figura 1. 15 Plano de Logroño 1930.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-lineal.html>.

- Como ventajas, se destacan el rápido acceso desde la vía principal a las parcelas que dan frente a ella.
- Este tipo de trama urbana impide la consolidación de un núcleo urbano con lo que no existe o disminuye notablemente la congestión de otras grandes urbes.
- Presente un tráfico que favorece a la fluidez del tránsito, que permite mejorar las condiciones del transporte y hacinamiento.

Las formadas a lo largo de un camino como Siria, la antigua Stigia, ciudad italiana del siglo XI en la que el centro de la calle básica se ensancha formando una elegante plaza portificada. En España son muchas estas ciudades itinerantes formadas sobre todo a lo largo del camino

de Santiago: Santo Domingo de la Calzada, Logroño y Burgos, aunque ampliadas y transformadas, todavía revelan su origen itinerario³

1.4.1.3 *Descripción de la ciudad de plano radioconcéntrico.*

El plano radioconcéntrico es uno de los planeamientos urbanos más curiosos e interesantes para observar. Es un tipo de plano anárquico propio de la ciudad medieval, y de una ciudad no planificada. Sus calles son estrechas, cortas y retorcidas propias de un crecimiento orgánico.

Se destaca la importante fuerza de atracción o concentración que ejercen los monumentos, espacios urbanos y edificios de importancia, que centralizan la estructura de toda la ciudad. Lógicamente que la focalización de la distribución urbana alrededor del monumento o edificio tiene directa relación con el uso y el significado del mismo en la sociedad local. Edificios como catedrales, abadías, santuarios, centros culturales, cabildos, entre otros, tienen gran influencia en la morfogénesis de la ciudad, además de sumar a su función un valor estético.

Los planos radiocéntricos tienen una forma muy especial, podría ser similar a la de una telaraña. Son muchas las ciudades con este tipo de plano y algunas son ciudades de primer orden mundial. El plano radioconcéntrico lo encontramos en Vitoria Figura 1.16, París, Ámsterdam Figura 1.17, y la más representativa Moscú. La mayor parte de estas ciudades tienen un origen defensivo.

Esta configuración presenta ventajas con respecto a otros planos como los mostrados:

³ Luigi Piccinato. Ordenación Urbana. Internet. es.scribd.com/doc/22274246/IDEAS-SOBRE-URBANISMO-EVOLUCION-TIPOS-DE-CIUDADES-SISTEMAS-LA-CIUDAD-DEL-FUTURO. Acceso: 22/01/2013.

- Permite el rápido acceso al centro de la ciudad debido al gran número de calles radiales
- Una fácil y rápida circulación desde el centro a la periferia o en sentido contrario.
- Resalta y le da gran importancia al centro urbano el cual suele albergar la mayoría de negocios y servicios públicos siendo estos factores importantes en la densidad de las comunicaciones radiales
- Posibilidad de adaptarse a distintas formas de relieve topografías complejas.

Al igual que facilidades, el trazado radioconcéntrico muestra inconvenientes como los siguientes:

- Parcelamiento complicado ya que no es uniforme.
- Es más dificultoso el traslado de un punto a otro por las avenidas circunvalantes, es decir, en las comunicaciones perimetrales que están más alejadas del centro.
- Poca visibilidad y difícil utilización en los cruces, entre las calles o avenidas circunvalantes y las radioconcéntricas porque forman ángulos de 120° lo que resulta incómodo. Estos inconvenientes pueden ser corregidos en parte mediante una mejor disposición radiocéntrica que se consigue con el cambio de los círculos concéntricos por hexágonos y eliminar así el trazado curvo y permitir que los cruces presenten una mayor visibilidad.

Aunque este tipo de plano suele deberse al crecimiento progresivo de antiguas ciudades medievales, su funcionalidad para organizar la vida en la ciudad hizo que se utilizara de forma planificada para la construcción de barrios modernos en algunas ciudades o incluso, en el diseño global de ciudades de nueva fundación en el siglo XX.

Figura 1. 16 Vista del centro de Vitoria. Plano radiocéntrico de origen medieval en torno a una plaza central.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/plano-radiocentrico.html>

Figura 1. 17 Centro de Ámsterdam.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://revoloteos.blogspot.com/2009/04/amsterdam.html>.

1.4.1.4 *Descripción de la ciudad de plano irregular.*

Ciudades con un plano irregular urbano puede llegar a tener formas muy llamativas y hasta originales. Como se indicó anteriormente esta disposición tiene un origen medieval y es el frecuente en los cascos históricos de las ciudades europeas y musulmanas. Planos irregulares hay muchos, y no tienen que ser necesariamente de ciudades medievales. También hay ciudades actuales que presentan una morfología irregular. Es el caso de la reciente capital de Birmania, Naipyidó, una agreste ciudad levantada en mitad de la selva.

Lo que caracteriza a este tipo de ciudades es su formación, que es consecuencia de la falta de una planificación previa, las casas y edificaciones se han construido sin responder a un orden preestablecido, donde primero se hacen los edificios y luego han aparecido las calles, el resultado de ello es un trazado irregular y calles con diferente anchura en su recorrido. La altura de los edificios también es variada. Dominan así las esquinas redondas, las calles cerradas, plazas irregulares, callejones entre otros que se evidencian en la Figura 1.18.

El plano irregular suele ser representativo de las épocas más antiguas de la ciudad, cuando no existían los modernos medios de transporte y no eran necesarias calles amplias para la fácil circulación. El espacio solía aprovecharse al máximo y no existía mucha regulación ni control de las construcciones, por lo que el plano resultante terminaba dando una cierta sensación de caos y desorden.

Ventajas que brinda esta configuración urbana son:

- Facilidad para el emplazamiento se adapta a cualquier tipo de terreno, pues en términos generales se ajusta a geografías difíciles. De hecho, lo normal es que en una ladera montañosa un núcleo urbano presente un plano irregular
- La disposición de las calles y edificaciones ayudan a contrarrestar las condiciones atmosféricas extremas.
- Sus formas especiales dan interés histórico-artístico y potencial turístico a las ciudades lo que hace que sea importante mantener y preservar este patrimonio.

Sin embargo, el plano irregular presenta algunos inconvenientes. Entre ellos están:

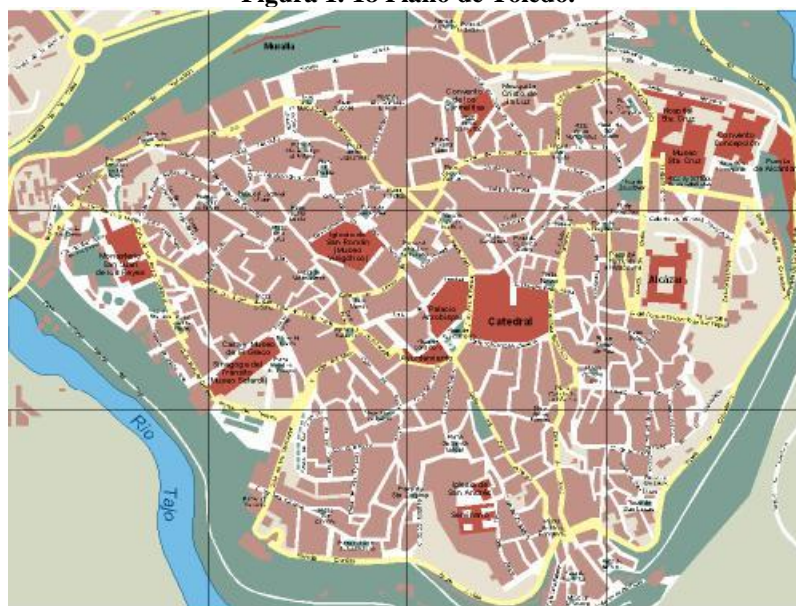
- La incomodidad que supone a la hora de desplazarse tanto a pie como en coche (debido fundamentalmente a la ausencia de calles rectas que faciliten el desplazamiento), favorece la congestión urbana y es poco práctico.
- En este tipo de urbes las comunicaciones son difíciles, presentan claros inconvenientes para la moderna vida urbana.

En el plano irregular se muestran geometrías heterogéneas. Estos patrones se pueden evidenciar en ciudades en las cuales existe la ausencia total de planificación urbana y de alta densidad de la población, la cual aprovecha hasta el último espacio para su emplazamiento.

“La imagen de irregularidad en el plano puede proceder del hecho de que la mayor parte de las ciudades han crecido de una forma no planificada.”⁴

⁴ Horacio Capel. Guía de clasificación morfológica de zonas urbanas a partir de sensores remotos. Internet. www.ub.edu/geocrit/ aracne/ aracne-120.htm. Acceso: 22/01/2013.

Figura 1. 18 Plano de Toledo.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-irregular.html>

1.4.1.5 *Descripción de la ciudad dormitorio o residencial.*

La denominada ciudad dormitorio como ya se explicó con anterioridad es un centro urbano que cumple con la función para la cual fue concebida de carácter esencialmente residencial por lo general son parte del Área Metropolitana de una ciudad.

Este modelo de urbanización se origina en el "uso y comercialización de la tierra urbana". El "Gran centro urbano" desaloja a los habitantes para aprovechar los espacios con mejores servicios para varias actividades en especial la industria y el comercio. Por lo que la vivienda como uso fundamental en la ciudad, desaparece y se impone la razón capitalista de rentabilidad del suelo. Por lo que el uso de vivienda se desplaza hacia los alrededores de la ciudad, en el condado irlandés de Kildare se encuentra al sur de Dublín; Naas una localidad que funciona como ciudad dormitorio

ya que mucha de la gente de esta ciudad trabaja todo el día en la capital y hace el viaje de ida y vuelta a su domicilio. Figura 1.19.

La ciudad dormitorio como idea, se origina de los barrios industriales de las periferias metropolitanas, que conformó un tipo particular de espacio urbano, partiendo de la movilidad simple y hábitos sociales homogéneos de la población residente. De ahí que su estructura urbana también haya sido simple y homogénea: viviendas por lo general estandarizadas, escasos medios de transporte y de equipamientos, en fin ocasionan una estructura urbana monofuncional.

Figura 1. 19 Nass, ciudad dormitorio de Dublín.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.absolutirlanda.com/naas-en-kildare/>

La convivencia de una aglomeración urbana hace que sea necesario organizar y gestionar los espacios de servicios comunes, como lo son el trazado de calles, alcantarillado, alumbrado público, además de los espacios verdes y transportes.

Esta función de ciudades dormitorio presenta ventajas como:

- Propiedades con amplios terrenos y jardines, se goza de mucho más espacio y tranquilidad.
- El problema de la descongestión de las grandes ciudades superpobladas es solucionado mediante la creación de estas ciudades dormitorio.
- Incentiva a la ciudadanía el uso de medios de transporte público eficiente creado exclusivamente para comunicarlos con la gran urbe como el Metro, que acorta distancias y tiempos para trasladarse a sus lugares de trabajo día a día.

Pero el crecimiento excesivo de las ciudades, la zonificación de funciones han ocasionado consecuencias negativas, como:

- Congestión en zonas localizadas, debido a las inmensas colas que se generan en las autopistas creadas para una cierta cantidad de vehículos, y que sobrepasan este número por el exceso de carros que se trasladan a la zona de trabajo.
- Fomenta el uso del automóvil particular por la escasez y mal servicio del transporte público lo que ocasiona problemas de lentitud en el tránsito.
- La necesidad de contar con nuevas soluciones de transporte masivo para así desahogar las autopistas y vías de acceso a la ciudad, ocasiona también la expansión de autopistas y líneas de ferrocarril que además atentan contra en el paisaje urbano.

1.4.1.6 *Descripción de la Ciudad Industrial.*

Estas ciudades transformadas en centros industriales durante los siglos XIX y XX cuentan con un núcleo que es una estructura ya formada; contiene lugares de importancia (iglesias, palacios) que dominan el panorama de la ciudad. Pero para el caso de una ciudad industrial no pueden convertirse en el centro de aglomeración

humana, pues las calles son demasiado estrechas para contener el tráfico en aumento, las casas demasiado pequeñas y angostas para acoger sin dificultades una población mucho más densa atraída por la industria.

Es por eso que la clase acomodada abandona poco a poco el centro y se establecen en la periferia, Muchos de los edificios monumentales de la ciudad histórica (palacios, conventos, etc.) se abandonan por razones de mutaciones sociales y se convierten en múltiples y casuales viviendas.

Los espacios verdes (jardines posteriores a las casas en hilera, los jardines mayores de los palacios y los huertos) pasan a ser ocupados por nuevas construcciones como naves industriales.

Era necesaria la ampliación de la ciudad por lo que una nueva área planificada sería construida, los Ensanches capaz de enlazarse con el casco antiguo, para su edificación las cercas y murallas que hasta entonces encorsetaban la ciudad debían ser demolidas.

Un ejemplo característico sería el de la ciudad de Nueva York donde se planearon hacer varios cambios como establecer una inmensa red cuadrangular de avenidas y calles, cruzándose perpendicularmente. Una solución similar fue utilizada en Europa, mediante la planificación y posterior edificación de un conjunto de Ensanches en las capitales de mayor renombre, en los que destacan los de Atenas, Ámsterdam, Madrid y Barcelona. En unos casos, la solución adoptada era el damero rectangular, mientras en otros, como en Barcelona, la retícula ortogonal era cruzada por dos diagonales. Se destaca el urbanismo parisino de la época de Napoleón III. Donde el resultado fue la creación de una vasta red de arterias que configuraban el territorio de la ciudad, tanto en el centro como en la nueva zona periférica en expansión.

La congestión y precariedad de las condiciones de vida en los cascos de las ciudades obligó a las autoridades a plantearse soluciones drásticas. En unos casos los esfuerzos se dirigieron a mejorar las condiciones higiénicas y sanitarias mediante la construcción de alcantarillado, provisión de agua, limpieza urbana, pavimentación o traslado de cementerios a las afueras. Otras soluciones parciales fueron la reforma interior de las ciudades, destinada a la ampliación de la anchura de las vías principales que permitiera una mayor fluidez del tráfico, la separación de las vías peatonales de las automovilísticas. Así como también impulsar la construcción en altura, íntimamente ligadas al espacio circundante. Los problemas de contaminación y aglomeración, produjeron tempranamente la revolución en la planeación.

Actualmente la actividad industrial se desubica de la propia ciudad para instalarse en la periferia (polígonos industriales), Figura 1.20.

1.4.1.7 *Descripción de la ciudad comercial.*

Todas las ciudades poseen funciones comerciales en su interior, las cuales se agrupan en pequeños comercios o grandes zonas comerciales.

El origen de muchas de estas ciudades se basa en la localización favorable para el comercio, donde surgieron mercados o ferias. El intercambio de productos conlleva otro tipo de actividades como son las financieras, los transportes o las bancarias. Está fuertemente ligado al desarrollo de cada ciudad.

Figura 1. 20 Polígono Industrial Madrid (Atalayuela).



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.laatalayuela.com/Fotografias-La-Atalayuela-Industrial.html>.

Por lo general y en tiempos contemporáneos. El epicentro de toda esta actividad comercial cotidiana gira en torno a calles peatonales, punto desde el que se extiende al resto de las vías subyacentes. Así mismo, dispone de varios centros comerciales, alguno de los cuales han sido construidos a partir de la estructura de antiguas fábricas abandonadas.

El comercio, como actividad, imprime dinamismo al centro urbano. Su presencia se manifiesta por la cantidad de bodegas, tiendas, bancos, casas de cambio. Cuando la función comercial tiene realmente un dinamismo propio en la ciudad, se manifiesta materialmente por la presencia de cadenas comerciales que construyen grandes supermercados o complejos comerciales.

Actividades de abastecimiento y suministro a la población que reside en la ciudad y la demanda de la población de las grandes urbes, hacen que la forma y la distribución del comercio se diversifiquen y surjan nuevas modalidades de comercio que afectan directamente al paisaje urbano.

El alto precio del suelo urbano y la búsqueda de estacionamiento para los usuarios hacen que los hipermercados o grandes superficies comerciales se sitúen a las afueras de la ciudad, pero lugares bien comunicados con el centro. Por otra parte, las tiendas especializadas en productos definidos y de mayor valor, se suelen colocar en lugares céntricos de la ciudad.

Ciudades cercanas al mar o ciudades portuarias tienen gran incidencia comercial que justifican su existencia por la función que cumplen. En estas ciudades destacan los muelles, los diques, las defensas costeras, las instalaciones de aduanas, los puertos de almacenamiento de mercadería, etc.

La actividad portuaria se concentra en la instalación de infraestructura destinada a recibir productos manufacturados para el consumo de la población, o para el intercambio de materia prima que mantiene el crecimiento industrial.

Las ciudades comerciales tienen barrios o calles específicos dedicados a la función comercial situados generalmente en el centro, en la actualidad, las medianas y grandes ciudades disponen también de grandes centros comerciales en lugares bien comunicados, generalmente en las afueras de la ciudad para evitar problemas de circulación de vehículos.

En general para el óptimo desempeño comercial es necesario contar con buenas vías de comunicación en forma de carreteras, ferrocarriles, puertos o aeropuertos, que la conecten con los centros receptores de productos.

Las funciones comerciales están íntimamente ligadas al desarrollo. De esta forma existen importantes ciudades comerciales como Hamburgo, Génova Figura 1.21, Ámsterdam o Cádiz, que como se muestra presenta gran actividad productiva y más al ser ciudades cercanas al mar o costeras cumpliendo funciones también de puerto.

Figura 1. 21 Génova es una importante ciudad comercial.



Nota: Fuente foto tomada de la internet,

http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/poblacion/modulo3/ud2/2_2_1_principal_es_funciones.html.

1.4.1.8 Descripción de la ciudad político-administrativa.

Se trata de una actividad imprescindible en cualquier ciudad, ya sea capital de provincia o de una nación. La superficie destinada a esta función estará en relación a la categoría de la ciudad y a sus necesidades de organización y control.

La designación de la capitalidad de un territorio para una ciudad le supone la instalación en ella de múltiples organismos públicos, sedes de gobierno, parlamentos o instituciones estatales de importancia mayor y la necesidad de muchos funcionarios que los atiendan. Esta función ha permitido el crecimiento de las capitales estatales y regionales, ya que habitualmente, junto al poder político se suele instalar el poder económico.

La función administrativa y política esta ejercida fundamentalmente por la ciudad que desempeña la misión de capital de la nación, en ella residen instituciones del

estado. En países descentralizados esta función se deriva habitualmente hacia órganos de poder dependientes que se sitúan en las comunidades autónomas, las cuales acogen sus propias funciones administrativas declaradas en estatutos particulares para cada comunidad.

Por su parte las zonas administrativas dentro de una ciudad reúnen aquellos centros cuya función es eminentemente de carácter público independientemente de su carácter político tales como los edificios municipales, ayuntamiento, juzgados, ministerios, etc. En la actualidad esta función urbana esta por lo general más dispersa al construirse edificios expresamente para estas actividades en sectores urbanos no coincidentes.

La función administrativa reside habitualmente en grandes metrópolis como de Londres (Gran Bretaña), Moscú (Rusia) o Tokio (Japón). En ocasiones se sitúan geográficamente en el centro del país por comodidad organizativa y de comunicación como Madrid (España), Roma (Italia) o Ankara(Turquía) pero también pueden situarse en zonas costeras como es el caso de antiguas colonias de Buenos Aires (Argentina), Argel (Argelia) o Dakar (Senegal) o en un punto excéntrico por razones de expansión histórica como (Moscú-Rusia), geográficas (El Cairo-Egipto), por políticas descentralizadoras o de nueva creación como (Brasilia; Figura 1.22, Canberra, Bonn, etc.) donde las nuevas ciudades administrativas no coinciden con las más grandes o populosas del país.

1.4.1.9 Descripción de la ciudad turística-cultural.

La función primordial de estas ciudades es atracción del mayor número de turistas nacionales como internacionales.

La concentración de actividades culturales y sociales explica la supervivencia de ciudades con tanto valor histórico y artístico. El turismo cultural ha permitido el crecimiento de ciudades como Venecia o Toledo, en la que muchas de las actividades económicas que en ellas se desarrollan están relacionadas con las visitas turísticas, congresos, festivales, etc. Otras ciudades viven gracias a la afluencia de peregrinos a sus santuarios como Roma, Santiago de Compostela, Lourdes, La Meca, etc.

Figura 1. 22 Vista general de Brasilia.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.brasilia2012.com.br/ens/index-es.php?page=sobre>

La existencia de universidades u otras instituciones educativas, también favoreció el crecimiento de las ciudades donde se localizaban, debido a la atracción durante gran

parte del año de una gran cantidad de población flotante (estudiantes), por ejemplo Oxford o Salamanca y ciudades de gran interés cultural como París. Los museos, salas de exposiciones, teatros y óperas, monumentos, edificios de valor histórico y artístico se ubican en la ciudad. Al mismo tiempo se componen de elementos para el disfrute de la ciudad como tal y del manejo del tiempo libre.

En otros casos la razón fundamental radica en la belleza del paisaje o en la atracción que un lugar ejerce sobre los seguidores de algún determinado deporte u otro interés. Se aprovecha las condiciones naturales que proporcionan las playas, lagos o ríos, muchas ciudades atraen turistas en la estación de verano. En los balnearios de ingresos mayores se habilitan playas, clubes de yates, casinos, hoteles, edificios de departamentos, como es el caso de Benidorm; Figura 1.23.

En resumen son ciudades destacadas por su naturaleza, playas o paisajes, la cultura y el patrimonio histórico-artístico que normalmente combinan estos recursos con buenos servicios como hoteles restaurantes, comercios, cines, etc. Además de ofrecer a los visitantes una amplia variedad de servicios dedicados al ocio como lo son los teatros, museos, cines, polideportivos, restaurantes, etc. Localizados generalmente en zonas de gran accesibilidad para comodidad de los visitantes.

Figura 1. 23 Vista de Benidorm.



**Nota: Fuente foto tomada de la internet,
<http://www.canalcostablanca.tv/blog/Costa%20Blanca/benidorm/>**

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN PÚBLICA EXISTENTES.

2.1. Introducción al estudio de sistemas de transporte público.

La historia del hombre está ligada al transporte. Desde la antigüedad este ha diseñado medios y modos para mejorar su movilidad personal y la de sus bienes.

El objetivo principal del transporte público urbano es garantizar la movilidad de las personas a todos los puntos de la ciudad, que además debe cumplir con determinados patrones de comodidad, rapidez, seguridad y costo.

Al hablar de transporte público de pasajeros se debe tener en cuenta una cuestión fundamental que está íntimamente relacionada con la demanda del servicio, es que éste no se solicita por sí mismo, sino para desenvolver otras actividades como trabajar, estudiar, acceder a servicios de salud, realizar compras, etc.

Permitiendo así a los ciudadanos movilizarse desde sus hogares a sus lugares de trabajo, recreación, diversión, cultura, deporte, en fin; participar en las diferentes actividades urbanas de las ciudades. Esto hace que el transporte se constituya en un derecho adquirido por la población y que el Estado se convierta en garante de este servicio para contribuir con la calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

La demanda de transporte es derivada, por lo que se relaciona profundamente con otros factores de gran importancia para la ciudad, que a su vez tienen gran impacto en la economía, sociedad y territorio.

El transporte público urbano de pasajeros es un servicio primordial importante para la comunidad ya que es un servicio del cual millones de personas en el mundo entero hacen uso hoy en día y es tan básico e importante que puede definirse como el enlace entre personas y el lugar en el que quieren o necesitan estar⁵.

El servicio de transporte público es un elemento clave para el desarrollo de las sociedades y las ciudades. Desempeña un papel crucial al contribuir de manera significativa con la movilidad sostenible. Además de ser beneficioso para los ciudadanos, principalmente por mejorar las opciones de transporte, ahorrar costos y cubrir las necesidades de movilidad básicas.

De este modo, un sistema de transporte público masivo de pasajeros debe garantizar eficientes medios de movilidad, que permite no sólo lograr el objetivo inmediato de traslado de un lugar a otro, sino también originar la estructuración del tejido urbano acorde a una planificación estratégica, desarrollando óptimamente sociedad, ambiente y economía.

Al ser la transportación pública uno de los entes de desarrollo más importante en la actualidad, se considera un asunto de interés público y por lo tanto debe regularse por medio de leyes y políticas públicas que faciliten su control y adecuado funcionamiento, pues se encuentra en el centro de atención de la comunidad y de la administración pública.

⁵ Ángel Molinero, Luis Ignacio Sánchez Arellano. Sistema organizacional del transporte público urbano de la ciudad de Puebla. Internet. catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/ferez_t_b/capitulo1.pdf. Acceso: 23/01/2013.

2.1.1. Generalidades y características de los sistemas de transporte público.

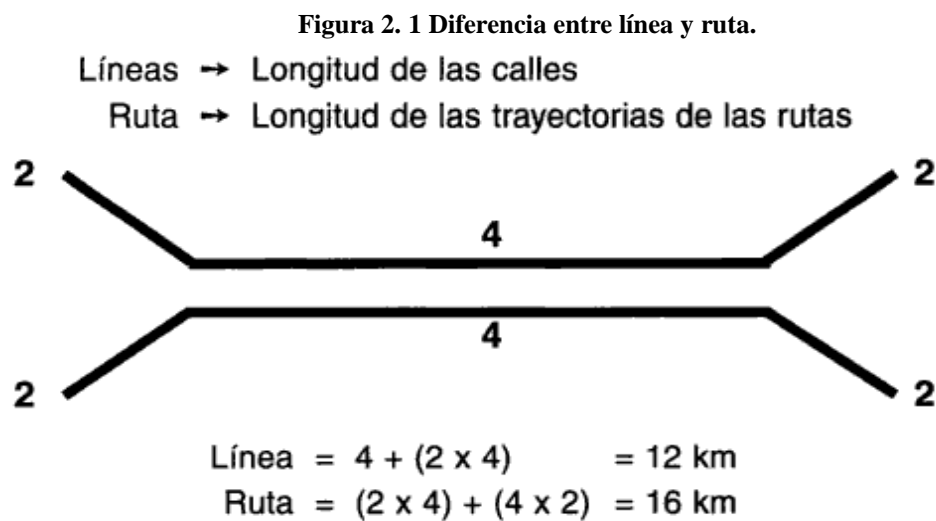
La movilidad, en sus distintas formas, se fundamenta principalmente en la ordenación territorial y urbanística. Algunas realidades urbanas de ciudades no serían posibles, sin los distintos sistemas de transporte conocidos. También se ha demostrado que la morfología de las ciudades establece el ritmo y sus diversas formas de moverse. Otros factores que influyen en la movilidad urbana asimismo son: la disposición de la población sobre el territorio, del empleo y demás actividades cotidianas, la densidad y dispersión, la gran o poca segregación social y de usos, las redes de conexión y el diseño urbano como tal.

2.1.1.1. Componentes físicos de los sistemas de transporte.

El sistema de transporte como tal se compone desde el punto de vista físico primordialmente por tres elementos primordiales que son:

- ✓ Vehículo. Se refiere a las unidades de transporte, su conjunto o grupo se describe como parque vehicular en el caso de autobuses y trolebuses y equipo rodante en el caso de transporte férreo.
- ✓ Infraestructura. Se compone de los derechos de vía con los que operan los sistemas de transporte como paradas y/o estaciones aunque sean estos terminales, de trasbordo o normales, garajes, depósitos, encierros o patios, talleres de mantenimiento y reparación, así como también sistemas de control tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización, además de sistemas de suministro de energía.

- ✓ Red de Transporte. Se compone por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebús, tren ligero y metro que operan en la ciudad. la Figura 2.1 muestra la diferencia existente entre lo que es ruta y línea.



Nota: Fuente Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración, Ángel R. Molinero, Luis. Ignacio Sánchez Arellano Universidad Autónoma del Estado de México 1998.

El sistema de transporte público al ser parte del conjunto de la movilidad urbana, se define como un sistema de medios donde interactúan primordialmente:

- La red vial (Infraestructura y vehículos).
- Redes de transporte, modos de transporte y operadores que compiten o se complementan.
- Sistema de gestión del transporte: Leyes, reglas, señalización y control.

Entre todos estos componentes se destacan la función característica y primordial de los medios de transporte donde los usuarios o pasajeros son servidos por terceros, esta prestación puede ser proporcionado por una o varias empresas públicas, privadas y mixtas. O por consorcios de transporte público. Los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros. Normalmente son servicios regulados y

subvencionados por autoridades locales o nacionales. Existen en algunas ciudades servicios completamente subvencionados, cuyo coste para el viajero es gratuito.

Los sistemas de transportación operan con ruta fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida., donde se toma en cuenta puntos como la disponibilidad del servicio, la determinación de la ruta, el horario de servicio y la relación precio-costo que tiende a particularizarse en el individuo. En el caso del transporte privado se puede a colectivizarse o depender de otros individuos conforme se hace público el servicio.

Algunos, como los taxis compartidos, organizan su horario según la demanda. Otros servicios no se inician hasta que no se complete el vehículo. En ocasiones algunas zonas de baja demanda existen servicios de transporte público de puerta a puerta, aunque lo normal es que el usuario no escoja ni la velocidad ni la ruta.

Un sistema de transporte público está compuesto por una serie de variables de índole humano, legislativo, material e infraestructura, que en interrelación actúan y hacen posible el servicio del transporte público a una determinada sociedad, de estas variables depende la calidad de prestación.

Dadas razones históricas y económicas, existen diferencias entre el transporte público de unos países y otros. Mientras que las ciudades de zonas como Europa tienen numerosos y frecuentes servicios que sirven a ciudades antiguas y densas, como el metro de Londres, complejo subterráneo más grande de Europa, así como el más viejo del mundo que se conecta a una serie de ferrocarriles interurbanos, e incluso a un tren (el Eurostar) que enlaza Londres con París; Figura 2.2, otras zonas como América tienen redes de transporte mucho menos complejas.

Figura 2. 2 Inaugurado en 1863, cubre 253 millas y transporta a 976 millones de personas al año.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Un tren Eurostar asoma por el túnel submarino que une Francia e Inglaterra. / BLOOMBERG.

2.1.1.2. Principales características de los sistemas de transporte.

Se concibe cuatro características que permiten distinguir y comparar diferentes sistemas de transporte existentes entre sí, el paquete seleccionado será aquel que muestre una mejor combinación de estas características las cuales son:

a) Rendimiento o desempeño del sistema.

Indica el modo en el que se desenvuelve el sistema de transporte y se compone de varios conceptos como:

➤ El número de unidades que brindan el servicio de transporte durante periodo de tiempo (frecuencia de servicio).

- La velocidad de viaje que perciben los usuarios cuando están haciendo uso de la unidad (velocidad de operación).
- Proporción de llegadas a tiempo dentro de un margen aceptable (confiabilidad de servicio).
- Igualdad de salidas de las unidades de transporte (regularidad de servicio).
- Seguridad del sistema en función de la cantidad de accidentes por año o por kilómetro.
- El número máximo de lugares (capacidad ofrecida) o usuarios (capacidad utilizada) que las unidades de transporte pueden llevar a través de un punto durante un determinado tiempo (capacidad de línea).
- El producto de la velocidad de operación y la capacidad de línea, constituyen un elemento básico el cual afecta al usuario (la velocidad) y otro que relaciona al operador (la capacidad), permitiendo así comparar muchos medios de transporte o (capacidad productiva).
- La productividad que relaciona la cuantía producida y su unidad de insumo, pudiendo ser los vehículos-km entre unidad de trabajo o una unidad de costo.
- La utilización de un sistema en el cual se relaciona la producción y el insumo pero con unidades iguales o similares, como lo pueden ser persona km entre espacio-km.

b) Nivel de servicio.

Es una categoría de medida compuesta de todas las características del servicio de transporte que influyen en el usuario, su concepto es más complejo que el caso de las

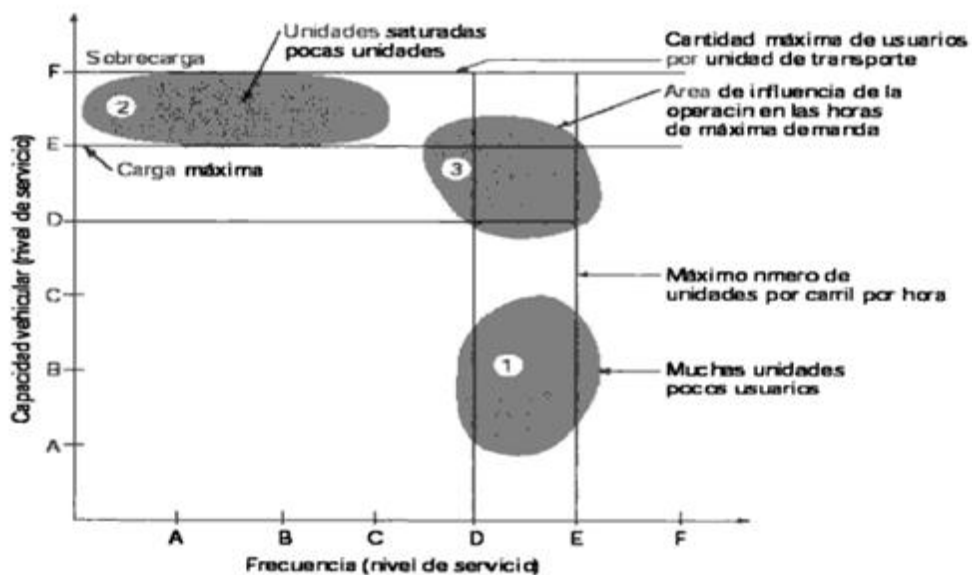
vialidades pues incluye aspectos de desempeño que afectan al usuario como los referentes a la velocidad de operación, confiabilidad y seguridad del sistema.

Y otros que tienen que ver con la calidad del servicio como cobertura adecuada de la red, limpieza, itinerarios convenientes y publicados, vehículos adecuados y servicios rápidos, frecuentes y confiables aspectos que ayudan a mejorar niveles de servicio.

Se toma en cuenta que en el caso de la velocidad está influenciada también por el grado de frecuencia de paradas y tiempos de abordaje, interferencias de tránsito, el diseño y confinamiento del derecho de vía.

Otros componente que afecta este aspecto del nivel de servicio el nivel tarifario del sistema, también desde el punto de la capacidad hay dos aspectos relativos al nivel de servicio como el número de pasajeros por unidad de transporte y el número de vehículos por hora los que se relacionan con este aspecto, la Figura 2.3 muestra la naturaleza bidimensional del problema de capacidad del transporte público urbano.

Figura 2. 3 Capacidad del transporte urbano.



Nota: Fuente Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración, Ángel R. Molinero, Luis. Ignacio Sánchez Arellano Universidad Autónoma del Estado de México 1998.

Además explica que el número de vehículos puede estar cercanos a la capacidad de la vía aun cuando trabajen casi vacíos, otro caso puede ser cuando las unidades estén llenas que sería un nivel bajo de servicio para la comodidad del usuario, paralelamente los tiempos de espera muy largos afectan el nivel de servicio esperado. Como conclusión el nivel de servicio para el diseño de transportes públicos está situado en el punto donde operan con niveles de carga cercanos a la saturación, gran cantidad de unidades cada una de ellas.

c) Impacto.

Los impactos de un sistema de transporte se describen como los efectos que produce en su entorno y dentro del área de servicio que cubre, los impactos son de 2 tipos:

- A corto plazo que son: La disminución del congestionamiento de las vialidades Variantes en la emisión de contaminantes o en los niveles de ruido, Estética propia de las unidades de transporte.
- Y los impactos a largo plazo que afectan el valor del suelo o propician el cambio de uso o de actividades económicas o urbanas, también la forma física de una ciudad. Este impacto puede darse igualmente en el aspecto social.

El cuadro de la Figura 2.4 muestra un acercamiento general de impactos ambientales en el entorno (emisiones, ruido, visual y seguridad) que forman diversos tipos de sistemas de transporte.

d) Costos.

En el costo de los sistemas de transporte se muestran dos aspectos relativos el primero los costos de inversión o de capital que se refieren a la construcción o realización de variantes permanentes en el aspecto físico del sistema; el segundo los

costos de operación los relacionados con el funcionamiento diario del sistema que son continuos.

Los costos mencionados sufren muchos cambios entre un sistema de transporte y otro, es así que los costos de operación tienen gran predominio en los sistemas de autobuses de tránsito mixto y muestran por lo general una relación de 5 a 1, en el caso de metros los costos de capital imperan con una relación de 1 a 4, igualmente los costos de operación son afectados por los salarios, energía y materiales lo que varían considerablemente los costos de capital y se relacionan con la vida útil de la infraestructura y vehículos que van de 7 a 15 años para autobuses, 30 años para material rodante y 100 años para túneles.

Figura 2. 4 Tabla de impactos ambientales formados por sistemas de transporte.

MEDIO DE TRANSPORTE	CONTAMINACION DEL AIRE	RUIDO	IMPACTO VISUAL	SEGURIDAD
Autobús en tránsito mixto (C)	mala	regular	buena	regular
Autobús en carriles preferenciales (B)	regular	regular	buena	regular
Autobús en carriles exclusivos (A)	buena	buena	buena	buena
Tranvía	excelente	regular	regular	regular
Tren ligero	excelente	regular	regular	buena
Metro superficial	excelente	mala	mala	mala
Metro elevado	excelente	mala	mala	excelente
Metro subterráneo	excelente	excelente	excelente	excelente

Nota: Fuente Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración, Ángel R. Molinero, Luis. Ignacio Sánchez Arellano Universidad Autónoma del Estado de México 1998.

Los cambios y diferencias son considerados en el cálculo de costos comparativos, donde la relación costo-efectividad de los diferentes sistemas se compara al mostrar los costos totales en términos de pasajeros-kilómetros, y al analizar los costos de transporte se debe tomar en cuenta estos importantes aspectos:

- Mostrar en el análisis el trabajo realizado, debe indicar los resultados recientes del movimiento que incluye la experiencia en tema de costos y las tendencias operacionales relacionadas con la empresa.
- Prever formas futuras de trabajo del sistema, que envuelve las preocupaciones administrativas del proceso del presupuesto además de considerar los que varían en el futuro.
- Compromisos funcionales de la empresa o dependencia de transporte.
- Atención en los elementos de los costos principales de importancia relativa con cada área funcional que se esté analizando, las variables que se deben estudiar son: parque vehicular en la hora de máxima demanda, horas de servicio pagadas, vehículo-kilómetros, número de instalaciones de mantenimiento, entre otros.
- Uso de información segura sobre el nivel de servicio. Las estadísticas a utilizar deberán ser consistentes con relación a los supuestos de análisis de demanda y con itinerarios programados.
- Recurrir a la experiencia de otras empresas, pues el análisis debe manifestar la práctica combinada de análisis de ingeniería y planeación, además del sentido común y el modo de operar de otros sistemas operativos en otras empresas.
- Brindar información de costos detallada y organizada a la cantidad de servicio ofrecido para su uso, en un análisis de costo-efectividad.
- Organizar el análisis de sensibilidad. Con el fin de tomar en cuenta la incertidumbre en el componente de costos. Esto implanta los límites superior

e inferior de los costos cambiando los valores de componentes como: inflación, productividad laboral y consumo de combustible.

2.2. Sistemas de transporte público vigentes.

Lo dicho anteriormente referente a las generalidades que caracterizan a los sistemas de transportación pública de pasajeros también revela las diferentes modalidades de transportes vigentes y existentes en la actualidad. Que usadas por los habitantes de una ciudad para sus necesidades básicas lo que implica moverse o trasladarse de un lugar a otro, haciendo uso o escogiendo diversos medios.

Como referencia se tiene que desde mediados del siglo XIX se comienza a considerar con mayor importancia al transporte como un asunto gubernamental de interés social y ya en la primera década del siglo XX hay una gran proliferación de sistemas y alternativas de transportación pública de pasajeros como muestra tenemos: que en Buenos Aires se construyó la primera línea subterránea de América Latina; Figura 2.5, después Curitiba sirve de inspiración a los países latinoamericanos con la implementación de los sistemas BRT (Bus Rapid Transit) o sistemas tronco alimentados, ofreciendo así una nueva plataforma en ámbitos de desarrollo, apoyo estatal y condiciones empresariales.

Figura 2. 5 Construcción de la primera línea de subterráneos (Buenos Aires, Argentina)



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Cien años que invitan a pensar, <http://www.lascalabrini.com/2011/09/cien-anos-que-invitan-pensar.html>

Las experiencias obtenidas con el bus común, dan la pauta para recurrir a nuevas modalidades de transportación, de los diferentes medios de transporte masivo de pasajeros se distinguen los más representativos, y los que ofrecen mayor disponibilidad en cuanto a datos informativos, ventajas y requerimientos actuales para el análisis. Por tal razón las tecnologías de transporte rápido y masivo que se consideran a continuación, por su funcionalidad, vigencia e importancia son:

- Ferrocarril suburbano o “de cercanías”.
- Metro (metro “pesado” subterráneo o elevado – heavy rail).
- Metro liviano (light rail transit - LRT).
- Ómnibus expreso sobre vía exclusiva (bus rapid transit - BRT).

A continuación se describe cada uno de los sistemas de transporte público en estudio:

- Ferrocarril suburbano o “de cercanías”.

Este sistema de transporte como su nombre lo dice, pertenece los medios de transporte férreo, de gran predominio en mediados del siglo XVIII, que se extendió

desde Europa hacia América y resto del mundo, y es producto del desarrollo y evolución de esta rama de medios de transporte.

Al *ferrocarril de cercanías o tren suburbano* se lo considera como un sistema de transporte público de pasajeros que cubre relativa corta distancia (menos de 100 km entre estaciones extremas). Por lo general su recorrido consiste en líneas radiales del centro de una ciudad de gran tamaño a puntos suburbanos (extremos), además de cubrir sectores residenciales algo alejados de la urbe; cumpliendo este trayecto de una misma ciudad, como de otras ciudades cercanas, transportando a gran número de personas que viajan a diario; aun cuando en algunos casos se tiene líneas diametrales, este servicio casi siempre opera en conjunto con otros medios de movilización, como lo son rutas de autobuses alimentadores, automóviles (estacionamientos de transferencia o aventones) y el peatón. Sus intervalos son regulares (20, 30 y 60 minutos) presentan un gran número de asientos por las distancias que maneja este servicio. Los trenes operan de acuerdo a un horario, a velocidades que van desde 50 hasta 200 km/h.

Aunque aún en ciudades relativamente bien servidas (Mumbai, Río de Janeiro, Moscú, Buenos Aires y Johannesburgo) transportan menos del diez por ciento de los viajes, pueden ser muy importantes en la provisión para viajes más largos de ida y vuelta al trabajo desde las periferias. Las líneas existentes, menos usadas, pueden ser convertidas a servicio local de pasajeros en la forma de un servicio convencional ferroviario que comparta instalaciones con otro transporte ferroviario.

El desarrollo del servicio de tren suburbano está creciendo hoy en día, junto con el aumento de la conciencia pública de la congestión, la dependencia de los combustibles fósiles habiendo una preferencia por los trenes eléctricos amigables con

el ambiente; Figura 2.6, así como el incremento de los costos de la propiedad en el centro de las ciudades, constituyéndose en una alternativa a otros medios de transporte urbanos.

Figura 2. 6 Unidad de tren eléctrico de cercanías de los ferrocarriles de la Generalitat de Cataluña.



© Marçal Guardiola i Sánchez <http://www.wefer.com>

Nota: Fuente foto tomada de la internet, Autor: Marçal Guardiola
<http://www.wefer.com/imatges/fgc/unitats/fgc213-igualada-15.jpg>.

- Metro (metro “pesado” subterráneo o elevado – heavy rail).

Se denomina metro cuando se refiere al (ferrocarril metropolitano) o subte (ferrocarril subterráneo) *sistemas ferroviarios de transporte masivo de pasajeros.*

Normalmente se usa la palabra metro para referirse al ferrocarril destinado al transporte de personas por el interior de las grandes urbes y de sus áreas

metropolitanas. Se llama metro, porque es una abreviatura de *ferrocarril metropolitano*.

El nacimiento del metro, como tal se da con la creación del tren a tracción eléctrica que se desplaza por un circuito propio exclusivo en un contexto urbano, se remontándose a 1890, año en que se inaugura la primera línea en Londres. Desde entonces, más de 120 aglomeraciones urbanas de Europa, Asia y América se han ido uniendo al grupo de ciudades que cuentan con metro. En África, únicamente El Cairo forma parte de ese grupo, mientras que en Oceanía sólo existen tranvías o metros ligeros.

Este tipo de transporte opera en los grandes centros urbanos para unir diferentes zonas de su territorio municipal-metropolitano y sus alrededores más próximos, caracterizándose por la gran cantidad de pasajeros que permite transportar y por la gran frecuencia de horarios con los que cuentan para que la gente a cualquier hora pueda desplazarse sin inconvenientes a sus casas, trabajos o centros de estudios, entre otros lugares, siendo un sistema que funciona separado de otras modalidades de transporte es decir independiente.

Las redes de metro se construyen frecuentemente soterradas como en el caso de Madrid, aunque a veces se disponen elevadas como en Chicago e incluso, en zonas normalmente alejadas del centro o de expansión urbana reciente, a nivel de calle como en México, Medellín pero con “plataforma reservada” que es una condición necesaria para ser considerado metro, Figura 2.7.

A pesar que la tendencia expansiva de las redes de metro de las grandes ciudades las ha llevado a conectarse con otros núcleos de población periféricos del área

metropolitana, el tipo de servicio que prestan sigue siendo perfectamente independiente y distinguible del que prestan otros sistemas de transporte ferroviarios. Pero el potencial de desarrollo de este transporte dista de estar saturado, ya que en el 2015 habrá unas 560 ciudades con varios millones de habitantes que cuenten con este medio, 300 de ellas en Asia. Las redes de metro transportaron en el 2002 cerca de 150 millones de pasajeros al día, esto es, 34 veces el número diario medio de viajeros del transporte aéreo.

Esta comparación demuestra por sí sola el reto económico y social que representan el desarrollo, organización y utilización de los sistemas de metro.

Durante más de un siglo, estos sistemas han experimentado una importante transformación que ha hecho del metro actual un escaparate de las innovaciones tanto en el ámbito industrial y tecnológico como en su funcionamiento y en los servicios ofrecidos al cliente.

Figura 2. 7 Metro en la calzada de Tlalpan en sentido norte-sur (México).



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Cierre parcial de tramo juarense de Calzada de Tlalpan, por obras del Metro, <http://www.libreenelsur.mx/content/cierre-parcial-tramo-juarense-calzada-tlalpan-por-obras-metro-12-desde-este-sabado>

- Metro liviano (light rail transit - LRT).

El término LRT es la traducción no literal del inglés (*Light Rail Transit*). Concebido por la *Urban Mass Transportation Administration* (UMTA) (actualmente FTA - Federal Transit Administration) en Estados Unidos, que describe las transformaciones que se llevan a cabo en ese país y en Europa en materia tranviaria, finalmente adoptó el término *tren ligero* para todos los sistemas modernos.

Se define al LRT como un sistema de ferrocarriles urbanos de transporte público que tiene gran capacidad y velocidad que el transporte por ferrocarril convencional. En si el término se suele utilizar para referirse a los sistemas ferroviarios de tránsito rápido, características que poseen los coches eléctricos de ferrocarril operando principalmente en los vías de derechos exclusivos, separadas del resto del tráfico, pero a veces, si fuere necesario, mezclar con el resto del tráfico en la ciudad.

Este sistema cuenta con 3 tipos o categorías de medios entre ellos tenemos a:

- El *tranvía*, medio de transporte de pasajeros que circula por la superficie de áreas urbanas, en las propias calles, sin separación del resto de la vía o sector reservado. En algunos casos la vía férrea del tranvía puede transitar por vías públicas exclusivas y hasta cubrirse de césped, integrándola aún más al paisaje urbano.
- El *tren ligero*, sistema tranviario que circula en gran parte de su recorrido por una plataforma parcial o totalmente segregada del tráfico rodado y en algunos casos tienen prioridad semafórica, utiliza el mismo material rodante que el tranvía, con carriles reservados, vías apartadas y en algunos casos túneles en el centro de la ciudad, puede tener una capacidad media de transporte a escala regional y metropolitana.

- Componiendo el tercer derivado tenemos al denominado metro ligero. En él se concentrará el estudio sobre el sistema LRT pues engloba características que reflejan y representan como tal al sistema LRT, además de ser uno de los más actuales y modernos medios de los sistemas tranviarios.

El Metro Ligero se define como un ferrocarril urbano que se desarrolla principalmente en superficie, con un diseño especialmente orientado a la proximidad al usuario y a la integración urbana. Presenta además, relaciones óptimas de ocupación de espacio por pasajero y de consumo energético de todos los transportes urbanos de superficie.

Este sistema se caracteriza por los derechos exclusivos de vía, sistemas avanzados de control de trenes, mayor capacidad y frecuencia, igualmente puertas a nivel de los andenes. Estos sistemas se aproximan a la capacidad de pasajeros de los sistemas de metro convencional, pero pueden ser más baratos de construir por la habilidad de las unidades de tomar curvas cerradas y subir cuestas más empinadas que los sistemas del metro convencional.

Este nuevo concepto de transporte ha resultado ser un éxito allí donde se ha implantado, contribuyendo de manera determinante a la transformación de la imagen del transporte público y de la propia ciudad, con una mayor capacidad de transporte, mejores tiempos de viaje, una mayor frecuencia, una mayor seguridad, una mayor fiabilidad y confort.

En la actualidad, el Metro Ligero se está imponiendo en grandes ciudades europeas de países como Francia (Montpellier, Lyon, Burdeos; Figura 2.8 y París), Alemania (Düsseldorf, Stuttgart, Duisburg, etc.), Italia (Milán), así mismo en España se

encuentran buenos ejemplos de Metro Ligero en ciudades como Valencia, Bilbao, Alicante y Barcelona.

Figura 2. 8 Metro ligero, el cual no utiliza catenarias y cableado convencionales del tranvía o trolebús (Burdeos-Francia).



Nota: Fuente foto tomada de la internet, <http://www.skyscraperlife.com/peru/61657-metro-ligero-subterraneo-en-arequipa.html>.

- Ómnibus expreso sobre vía exclusiva (bus rapid transit- BRT).

El (*Bus Rapid Transit* en inglés, BRT), se define como el sistema de autobús de tránsito rápido, conocido también como sistemas de transporte rápidos en autobuses o sistemas de transporte público masivo en autobuses de gran capacidad. Son soluciones de transporte de media y alta capacidad en superficie que se fundamenta en autobuses.

Los sistemas BRT se cuentan a partir de la experiencia en Curitiba Brasil en 1974, sin embargo varias experiencias a pequeña escala contribuyeron a establecer esta idea como es el caso de:

1963, New York se utilizó buses con recorrido expreso en contra flujo.

1937, Chicago se cambió la línea férrea en vías exclusivas para buses.

1972, Lima se construye una línea de 7.5 Km, conocido como “vía expresa”

1973, Los Ángeles se construye 22 Km de vía de buses y donde jugó un papel importante en la planificación y desarrollo de la nueva área urbana.

1974, finalmente en Curitiba construye el llamado “Subterráneo de Superficie”.

“El transporte rápido en autobús (BRT) tal como lo sugiere su nombre es una forma de transporte público con neumáticos que permite viajar de modo eficiente”⁶. “El BRT combina estaciones, vehículos, servicios, vías de circulación y sistemas de transporte inteligente (ITS, por sus siglas en inglés) en un sistema integrado de una identidad única”⁷. Dieciséis ciudades de Latinoamérica y el caribe siguieron y adaptaron el exitoso sistema de Curitiba; Figura 2.9.

Figura 2. 9 Autobús articulado y estaciones tubo del sistema RIT, Curitiba, el pionero de los sistemas BRT implementados en el mundo.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, BRT Autobuses de Tránsito Rápido <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=970502>.

⁶ Lloyd Wright, Walter Hook. Modernización del transporte público. Internet. pdf.wri.org/modernizing_public_transportation_es.pdf . Acceso: 23/01/2013

⁷ Herbert Levinson. Modernización del transporte público. Internet. pdf.wri.org/modernizing_public_transportation_es.pdf . Acceso: 23/01/2013

Hoy en día sistemas BRT de diversos tipos están en operación en más de 70 ciudades alrededor del mundo, y en proceso de planificación en docenas más. El creciente interés en el BRT es consecuencia de su capacidad para suministrar servicios de transporte público de alto rendimiento a costos relativamente bajos, con tiempos cortos de implementación e impactos altamente positivos⁸. Las aplicaciones de los sistemas de BRT van desde corredores aislados hasta redes integradas de transporte y, en algunos casos, son un componente de reformas en el transporte de toda la ciudad.

Este tipo de sistemas de transporte revolucionaron el transporte urbano en las últimas décadas por su versatilidad y bajos costos de inversión en infraestructura, además de permitir una amplia variedad de soluciones de transporte de capacidades similares a las de tranvías y subterráneos. En el mundo, los países que lideran la implementación de este sistema de transporte son los países latinoamericanos en especial Brasil, Colombia y Ecuador.

Al ser el Ecuador uno de los países que implemento tan prontamente el sistema BRT como tipo de transportación pública en Sudamérica merece ser mostrado en resumen su conformación donde resalta principalmente el Distrito Metropolitano de Quito en el que actualmente Existen tres sistemas integrados de transporte masivo tipo BRT y Guayaquil siendo estas dos ciudades las únicas en el país donde está presente el sistema de buses de transito rápido.

El Distrito Metropolitano de Quito dispone de tres sistemas de transporte, el Trolebús, la Ecovía y el Metrobus Q que operan a lo largo de tres ejes longitudinales: Central, Occidental y Oriental respectivamente. En su conjunto el sistema abarca 37 kilómetros de troncales, La demanda total atendida por el Sistema es de 595.000

⁸ Lloyd Wright, Walter Hook, Juan Carlos Díaz. Modernización del transporte público. Internet. pdf.wri.org/modernizing_public_transportation_es.pdf . Acceso: 23/01/2013

viajes con una intervención del 28% del número total de viajes en la zona urbana. Los costos de este sistema han oscilado entre 0.5 a 5 millones de dólares americanos por kilómetro. Esta gran oscilación se debe a las variaciones de escala y magnitud de los tres “sub” sistemas existentes en la ciudad.

a) Trolebús

A partir de la experiencia de Curitiba en Brasil, la ciudad de Quito impulso un similar sistema pero con características de menor escala, primordialmente porque se buscaba construir un sistema de bajos costos y alto desempeño, desde 1995 se empezó a construir una red de troncales para los sistemas BRT de la ciudad, el trolebús se define como “Una red de líneas de transporte urbano que se enlazan entre sí mediante estaciones de transferencia y paradas de integración”⁹.

Este sistema facilita a los usuarios diseñar su propia ruta y trasladarse a cualquier punto de la urbe con un solo pasaje. El Trolebús compone el eje central del Sistema Integrado Comprendido de 18,5 km, operado con trolebuses articulados de 160 pasajeros de capacidad. El sistema integrado se complementa con el sistema de alimentadores, mediante buses de gran capacidad, que realizan viajes desde las estaciones de transferencia hacia los barrios periféricos de la ciudad y viceversa. Más específicamente está servido por 16 rutas de alimentación que parten desde las Estaciones de Transferencia: La Y, Recreo, Morán Valverde y Quitumbe. En la troncal existen 47 estaciones ubicadas a una distancia promedio de 400m. Posee 113 trolebuses de puerta derecha y 70 buses alimentadores, transporta en día ordinario un promedio de 230.000 usuarios, el responsable de la Operación es la Municipalidad a

⁹ Ilustre Municipio de Quito. Sistema Metropolitano Integrado de Transporte Trolebús. Internet. www.gestiopolis.com/economia/modelo-de-servicio-de-transporte-de-quito-ecuador.htm. Acceso: 23/01/2013.

través de la EPMTQP. Ha sido uno de los proyectos más exitosos de los últimos años en Quito.

La característica más interesante del sistema de Quito es su bajo costo y su construcción alcanzada de estaciones y carriles exclusivos bajo condiciones de muy poco espacio vial disponible. El sistema cruza el centro de la ciudad, y en algunas ocasiones alcanza esto con calles completas dedicadas a los buses. Esto muestra la prioridad que se ha dado al transporte público sobre el transporte privado.

A partir de la creación del Trolebús, se han creado nuevos proyectos de sistemas integrados de transporte como la Ecovía y el Metro bus.

b) Ecovía

De los estudios efectuados en 1998, con la ayuda de expertos brasileños en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se determinó la implantación del Sistema Integrado de Transporte en la Avenida 6 de Diciembre, en vista del incremento de la demanda en este sector. La municipalidad inició un proceso de modernización del sector del transporte.

La Ecovía recorre longitudinalmente la ciudad por su lado oriental (eje oriental), está operado por 42 buses articulados y 39 buses tipo puerta izquierda con capacidad de 160 y 90 pasajeros respectivamente, tiene una longitud de 23,1 km. y 12 rutas de alimentación, ocho estaciones de transferencia y 30 estaciones. La troncal se complementa con 52 buses alimentadores. La ventaja que tiene este sistema ante los otros dos son sus paradas. En cada parada hay un solo andén tanto para los buses de ida como los de vuelta, a diferencia de los otros dos sistemas donde hay dos andenes separados por parada. Lo que implica que al viajar en Ecovía se puede descender en

cualquier parada para tomar el bus de regreso en el mismo andén y, especialmente, sin pagar otro pasaje.

El responsable de la operación es la Municipalidad a través de la EPMT PQ y transporta en día ordinario un promedio de 145.000 pasajeros.

c) Metrobus Q

Es el tercer proyecto del sistema integrado de transporte de Quito. El sistema Metrobus se orienta a lograr la reestructuración e innovación de la prestación de servicios de transporte público de pasajeros en la ciudad.

El Metrobus Q comprende el eje occidental operado con buses articulados a diesel de 160 pasajeros de capacidad, posee una longitud de 12,5 km. tiene 17 rutas de alimentación, cuenta con cuatro estaciones de transferencia y 33 estaciones. Opera con 74 buses articulados puerta derecha y 136 buses alimentadores.

El responsable de su operación es un consorcio privado, formado por los operadores históricos del sector, transporta en día ordinario un promedio de 220.000 pasajeros.

En la actualidad el Corredor Occidental llega hasta el centro histórico de la ciudad.

El programa de corredores de transporte público vislumbra la conformación de la Red Fundamental de Transporte. El sistema establecido de rutas permitirá la integración de los servicios troncales con los servicios locales, líneas transversales y con los terminales para los servicios interprovinciales e ínter cantonales. Con esta implantación de nuevos corredores de transporte, se intenta generar una nueva alianza estratégica entre el Municipio de Quito y los operadores históricos de transporte, definiendo una racional estructura de rutas, servicios, tarifas, flota, y promoviendo la modernización de los operadores.

No obstante, en años recientes se han presentado inconvenientes de seguimiento de las normas con respecto al carril exclusivo, pues los agentes de tránsito han permitido el acceso de automóviles en el carril exclusivo bajo la falsa percepción de que esto disminuirá la congestión para los autos. El resultado real de esta medida ha sido la congestión de tanto el transporte público como el particular. Sin embargo, existen esfuerzos de las entidades locales por mejorar esta realidad.

A continuación, en la Figura 2.10 se muestra el número de unidades existentes por cada uno de los diferentes corredores de transporte público de la ciudad de Quito.

Figura 2. 10 Tabla del número de unidades por tipo de transporte BRT.

Tipo	Articulados	Alimentadores
TROLEBUS	113	89
ECOVÍA	42	37
METROBUS	74	132

Nota: Fuente Investigación realizada en la EMSAT, Elaborado por: Natalia Rubio y Andrea Santiana, <http://www.gestiopolis.com/economia/modelo-de-servicio-de-transporte-de-quito-ecuador.htm>.

Como una replicación de la experiencia en Quito, la ciudad de Guayaquil, en el año 2000, con el interés de mejorar el transporte urbano de la ciudad, se reunió con profesionales del Municipio y representantes del PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). Para implementar un sistema de tipo BRT, con la ayuda de estos organismos y técnicos de las ciudades de Bogotá y Curitiba se planificó un nuevo sistema de transporte para la ciudad de Guayaquil.

La Metrovía es un sistema de autobús de tránsito rápido que en la actualidad cuenta con dos troncales en actividad y uno en construcción.

La Troncal Guasmo – Río Daule, Se extiende desde la Terminal El Guasmo al sur de la ciudad, hasta la Terminal de Río Daule frente al Terminal Terrestre Jaime Roldós Aguilera, al norte de la urbe.

La Troncal Bastión Popular – Centro, Conecta el sector de Bastión Popular al noroeste de la ciudad con el centro de la misma.

Además de 16 rutas alimentadoras. También posee 3 terminales de integración, 1 parada de integración, y 59 estaciones menores, está administrado por la "Fundación Municipal Transporte Masivo Urbano de Guayaquil", que a su vez está regulado por la M.I. Municipalidad de la dicha ciudad. Opera con autobuses articulados Busscar Urbanuss Pluss.

Cuenta con los siguientes elementos básicos y característicos:

- Rutas exclusivas separadas del resto del tránsito.
- Estaciones de Transferencia.
- Centro de Control Operacional (CCO).
- Concesión a un solo operador por troncal
- Paradas Elevadas de Acceso registrado
- Recaudación Centralizada, pago antes de embarcar.
- Buses modernos de alta capacidad.

El costo aproximado de este sistema ha sido de 1,4 millones de dólares americanos por kilómetro. El Sistema brinda servicios a un promedio de 300.000 personas diariamente, habiendo transportado hasta la fecha 298 millones de pasajeros, cambiando la transportación urbana convirtiéndola en una opción ágil, segura y confiable. El Sistema Metrovía tiene la función de controlar y regular el Sistema de transporte masivo urbano de Guayaquil buscando la eficiencia y calidad del servicio.

2.3. Diferencias entre modalidades de transporte público.

En esta parte del estudio de los sistemas de transporte vamos a mostrar y enfatizar aspectos de las modalidades de transporte que las diferencian unas de otras así como también sus particularidades y características propias, de esta manera se podrá visualizar de manera más clara sus atributos y desventajas.

Variedad de parámetros marcan la diferencia entre modalidades de transporte pues influye de gran manera en aspectos como la confiabilidad, seguridad, accesibilidad y equidad en beneficio-costos, así como también externalidades como el ahorro en tiempos de viaje y costos de operación; Protección ambiental: polución, intrusión visual, nivel de ruido, vibración; Sostenibilidad: incentivo al uso del transporte público, un uso más racional del espacio urbano. De esta manera se da paso a nuevas alternativas de transporte que ofrecen mayores beneficios al entorno urbano y mejor calidad de vida al usuario.

De todo lo dicho primordialmente tres características principales marcan las diferencias de los sistemas de transporte estas son:

1.- Tipo de derecho de vía.

Derecho de vía es la porción de vialidad o superficie de rodamiento donde circulan unidades de transporte, además del peatón, se presentan en tres variantes, donde pueden a lo largo del trazo de la vialidad presentar uno o varias clases de derechos de vía, siendo éstos:

a) Derecho de vía tipo C.

Este tipo de derecho de vía constituye una vialidad en la que su superficie de rodamiento es compartida entre varios medios de transporte, es decir, opera con tránsito mixto.

Esta operación incluye un trato preferencial en todo a algunas partes de su desarrollo. Muestras particulares de ello son las vialidades de cualquier ciudad, que incluye aquellas calles donde se tienen acciones de preferencia hacia el transporte público; Figura 2.11.

b) Derecho de vía tipo B.

Este tipo muestra una separación física longitudinal a través de elementos fijos, tales como barreras o guarniciones; Figura 2.12 sin embargo, se mantienen los cruces a nivel con otros vehículos así como con los peatones. Ejemplo claro de esto se encuentran las vialidades dedicadas al transporte público en la ciudad Bogotá, Curitiba en Brasil, o el tren ligero en las ciudades de Guadalajara y México.

Figura 2. 11 Ejes viales de Pamplona, España. Derecho de vía tipo C.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Transporte Urbano Comarcal de Pamplona, <http://www.nexotur.com/nexobus/transporte/urbano/pamplona/estrena/2/enero/cambios/previstos/ellos/nueva/linea/entremutilvas/54430/>

Figura 2. 12 Derecho de vía tipo B (Estambul, Turquía).



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Los mejores sistemas de transporte de 2010 (II)
<http://ciudadaniasdigitales.blogspot.com/2011/02/los-mejores-sistemas-de-transporte-de-15.html>.

c) Derecho de vía tipo A.

Muestra una separación física tanto longitudinal como vertical del derecho de vía, lo cual evita cualquier interferencia entre vehículos y peatones; este tipo de recurso puede ser elevada, subterránea, o a nivel y destacan los casos más representativos como los sistemas de metro que existen en muchas ciudades; Figura 2.13, las autopistas urbanas para transporte privado y sistemas guiados bajo superficie en algunas ciudades como San Pablo en Brasil.

Figura 2. 13 Metro de Medellín. Derecho de vía tipo A.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Metrocable de Medellín: transformando la dinámica social, <http://www.distintaslatitudes.net/848>.

2.- Tipo de tecnología utilizada.

Esta propiedad se relaciona directamente con dos aspectos importantes: las características mecánicas de las unidades de transporte y las características del camino o vía. Estas son de 4 tipos:

a) Soporte:

Se refiere al contacto vertical entre la unidad de transporte y la superficie de rodamiento sobre la que se transfiere el peso del vehículo. Muestra de este soporte lo dan los neumáticos sobre el asfalto o concreto; la rueda de acero sobre el riel; el colchón de aire o el soporte magnético.

b) Guía:

Representa la forma en la que se puede controlar al vehículo en sus movimientos laterales, se presentan dos tipos principales: los sistemas que son dirigidos desde el vehículo a través de un volante, como es el caso de un autobús, trolebús o automóvil o aquellos sistemas que el control lateral está dado por las guías o rieles con que tienen como es el caso de un tren ligero, metro, etc.

c) Propulsión:

Tiene que ver con el tipo de unidad motriz con que cuenta el vehículo, así como el método de transferir las fuerzas de aceleración y frenado. Como tipos de unidad motriz se pueden nombrar los motores de combustión interna o los motores eléctricos, mientras que las técnicas de transferencia de fuerzas tractivas puede ser a través de la fricción adhesión, la magnética o por hélice.

d) Control:

Es la forma como se regulan los movimientos de las unidades de transporte que operan en un sistema, que pueden ser manual-visual (operación de un automóvil); manual-señal (operación del tren ligero) o completamente automático (operación del metro). Algo que destacar en la tecnología basada en el riel, es que el conjunto rueda-riel permite combinar tanto el soporte como la guía de la unidad de transporte.

3.- Tipo de servicio.

Su concepto se refiere elementalmente a los tipos de rutas que se presentan en el sistema de transporte, además de la forma y horario en que opera el medio de transporte, son de tres tipos:

a) Tipo de ruta:

Estas pueden ser de frecuencia intensiva cuando presta servicios de baja velocidad con altas densidades de viajes dentro de pequeñas áreas, como se da en los servicios de transporte en aeropuertos, los servicios especiales en los centros históricos. Igualmente, se cuenta con las rutas de transporte urbano, las que cubren el servicio en una ciudad y, finalmente, las rutas de transporte regional o suburbanas que obtienen altas velocidades con pocas paradas a lo largo del trayecto y sirviendo a viajes de cierta longitud dentro de un área metropolitana.

b) Tipo de operación:

Se clasifica en: servicios locales son los que se prestan haciendo uso extensivo de todas las paradas a lo largo de la ruta; servicio de paradas alternadas, busca alternar el servicio en las paradas a lo largo de una ruta con el objetivo de agilizar la prestación del servicio y; el servicio expreso en que se busca lograr altas velocidades comerciales por medio del espaciamiento de las paradas por arriba del promedio del sistema.

c) Hora de operación:

Lo componen : horario regular, donde se encuentran la mayoría de las rutas que conforman el sistema de transporte básico; horario pico, el cual se compone por rutas operadas durante las horas de máxima demanda, siendo generalmente radiales de la periferia al centro histórico y operando exclusivamente durante días hábiles. Por último, los servicios especiales que operan durante eventos, en casos de emergencia o como servicios de transporte contratados expreso para un determinado viaje (servicios escolares, turísticos).

Finalmente después de un análisis previo de los parámetros y aspectos presentados, varios autores clasifican y encasillan a los medios de transportes en función a su tecnología y derecho de vía.; Figura 2.14.

También existen otras clasificaciones donde se combina el grado de independencia de la infraestructura con la tecnología del material móvil, en especial resalta la tecnología de soporte (en carretera) y guiado (sobre neumático y sobre carril); Figura 2.15.

Figura 2. 14 Clasificación según el derecho de vía y tecnología de los medios de transporte.

TECNOLOGIA (GUIA) DERECHO DE VIA	Libre	Semiguilado	Guiado	Especializado
C	de alquiler autobús	trolebús	tranvía	ferrys chalanas
B	autobús	autobús guiado trolebús guiado	tren ligero tren regional	funicular
A	autopista urbana	trolebús en túnel O-Bahn	metro	teleférico

Nota: Fuente Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración, Ángel R. Molinero, Luis. Ignacio Sánchez Arellano Universidad Autónoma del Estado de México 1998.

Figura 2. 15 Clasificación según el grado de independencia de la infraestructura con la tecnología del material móvil.

INFRAES TRUCTURA	TECNOLOGÍA		
	Modos conducidos	Modos guiados	
	En carretera	Sobre neumático	Sobre carril
Nivel C	• Autobús • Autobús exprés	• Trolebús	• Tranvía
Nivel B	• Autobús en plataforma reservada - bhls	• Autobús/ Trolebús/ Híbridos guiados	• Metro ligero
Nivel A	• Autobús con viario independiente	• Metro con neumáticos • Monorrail • Transporte guiado automático	• Metro ligero rápido • Metro convencional

Nota: Fuente VI Jornada Técnica, OBSERVATORIO DE MOVILIDAD METROPOLITANA,
http://www.transyt.upm.es/files/difusion/cursos_y_seminarios/jornada_tecnica_6_LP_GC/Ses2-1.pdf.

2.3.1. Operación y funcionamiento de los sistemas de transporte público.

En base a las características de diferenciación mostradas en la parte anterior, a continuación se hará una descripción breve de la manera de operar de cada uno de los sistemas de transporte en estudio, así como también su funcionamiento para detallar o profundizar más en el tema se adjuntara anexos que mostraran de manera específica cada una de su ordenamiento y trabajo.

En el caso del Ferrocarril suburbano o “de cercanías” ofrece servicio a zonas con menor densidad poblacional, y a menudo comparte las vías del ferrocarril con los servicios interurbanos de trenes o con los de carga. En ocasiones algunos servicios sólo funcionan durante las horas punta o pico, los vagones pueden ser individuales o de dos niveles, y su objetivo es proporcionar asientos para todos, aunque la cantidad de pasajeros no siempre garantiza esto. Aunque sus promedios de velocidad superior alcanzadas son altas, las estaciones por lo general se encuentran a distancias considerables entre sí, por lo que sus usuarios muchas veces deben recurrir a otro sistema de transporte para llegar a las mismas.

Típicamente cubren distancias largas, y opera entre una ciudad central y centros de actividad o comunidades aledañas. El tren suburbano tiene un armazón más pesado y un cuerpo más grande que el tren ligero, y por lo general funciona en un corredor férreo existente a lo largo de líneas ferroviarias de carga o de pasajeros. El interior está diseñado para ofrecer viajes cómodos a distancias mayores, ya que el tren está equipado con asientos más grandes y acolchonados, muy parecidos a los que se encuentran en los autobuses de las rutas regionales; Figura 2.16.

Figura 2. 16 Interior del tren suburbano, el nuevo medio de transporte entre el estado de México y el Distrito Federal



Nota: Fuente foto tomada de la internet, Suburbano la vía rápida al bienestar, http://www.fsuburbanos.com/pdf/la_empresa/presentacion_suburbano.pdf.

Sus tarifas se fijan de acuerdo a las distancias a recorrer, en resumen de acuerdo a lo dicho el *Ferrocarril suburbano* o “*de cercanías*” en función al derecho de vía y tecnología es enmarcado en un derecho de vía tipo B , soporte rueda de acero sobre riel, una guía de control lateral dado por guías o rieles, propulsión como ya se mencionó de mecanismo a diesel o eléctrico y un tipo de control (manual-señal) además de un tipo de ruta regional o suburbano, operación según un horario en vez de intervalos fijos y de paradas locales y alternadas, dependiendo de su ordenamiento establecido, en el Anexo A se detalla de manera más clara las especificaciones técnicas, funcionamiento y operación de un tren de cercanías en cuanto a dimensiones, velocidades, sistema de frenado y modos de conducción.

El metro “pesado” subterráneo o elevado –heavy rail, estructura a una ciudad comportándose como columna vertebral entorno al cual prosperan diferentes zonas además a donde convergen el resto de medios de transporte. En este sentido, el metro desempeña a la perfección su función de líder de la integración de las políticas de transporte, urbanismo y ciudad. Más que un medio de transporte, es una obra urbana estructurada y un factor esencial para una mayor calidad de vida.

La forma de operar es cubrir distintas líneas que componen una red, deteniéndose en estaciones no muy distanciadas entre sí y ubicadas a intervalos por lo general regulares. El servicio es prestado por varias unidades de vagones eléctricos que circulan en una formación sobre rieles, aunque algunos utilizan neumáticos de goma, como el Metro de Montreal; Figura 2.17.

Por lo general se integran con otros medios de transporte. A diferencia del metro ligero, el metro convencional funciona completamente independiente de cualquier otro tráfico, incluso cuando circula a nivel de superficie. El metro toma su corriente eléctrica vía un tercer carril o catenaria. Otro sistema de propulsión en algunos trenes es el motor lineal.

El tamaño de la tripulación ha disminuido a través de la historia con algunos sistemas modernos. Se destaca la utilización del sistema de medición neta (net metering en inglés), para consumo de energía como es en el caso de España, para no derrochar electricidad.

La mayoría de los metros están alimentados por una corriente continua de 600 a 800 V, aunque también existen algunos que utilizan una corriente de 1.500 Vcc. La capacidad de los metros convencionales es mayor que la que tienen los ferrocarriles ligeros, entre 10.000 y 60.000 plazas/hora y sentido, estando justificada su construcción en las grandes ciudades, con una población de más de un millón de habitantes, en el Anexo B se puntualiza datos básicos, prestaciones y equipamiento de un metro pesado.

Figura 2. 17 Metro de Montreal, Canadá.



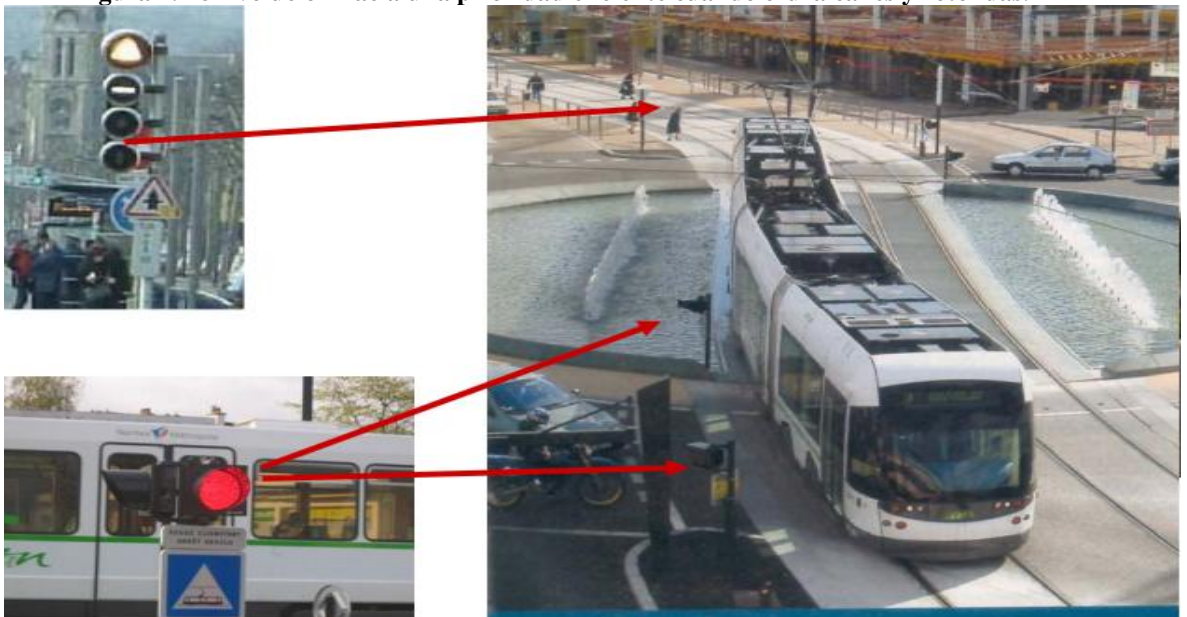
Nota: Fuente foto tomada de la internet, http://www.fotolog.com/jimmy_kangri_c31/45179612/

En cuanto a la separación entre las estaciones, ésta es mayor en el caso del metro convencional, en torno a los 700 metros, mientras que la separación media en el caso de los metros ligeros es de 400 metros. Esto significa que en el metro se construyen menos paradas que en los metros ligeros a igualdad de longitud de línea, lo que le confiere una menor cobertura a la población que en el caso de los tranvías modernos, y finalmente se establece que en función al derecho de vía y tecnología se enmarca en ser un medio de derecho de vía tipo A y con todas las particularidades que eso implica.

Como sistema urbano de capacidad intermedia el Metro liviano (light rail transit - LRT) surge como un modo de transporte colectivo moderno y atractivo para el usuario que se desarrolla principalmente en superficie, operan fundamentalmente en plataforma reservada, pero con interferencias puntuales con el resto del tráfico de vehículos y peatones en cruces a nivel. No obstante, también pueden existir tramos de plataforma totalmente independiente, en superficie, en túnel o en viaducto, y de plataforma compartida con el resto del tráfico.

Posee una Regulación y prioridad semafórica, que permiten dotar al Metro Ligero de la máxima seguridad en aquellos puntos en los que se producen cruces con viales, impidiendo movimientos incompatibles con los vehículos; además, la presencia del Metro Ligero en las proximidades de un cruce desencadena de manera automática un proceso de reajuste de los ciclos de los semáforos que se van abriendo a su paso creándose así el efecto de “onda verde”; Figura 2.18. Además los pasos a distinto nivel, cuando la intensidad/velocidad de los viales urbanos es elevada, de manera que el Metro Ligero circule de forma programada, segura y fiable, ajeno a las circunstancias del tráfico rodado.

Figura 2. 18 Evolución hacia una prioridad eficiente cuando cruza calles y rotondas.



Nota: Fuente VI Jornada Técnica, OBSERVATORIO DE MOVILIDAD METROPOLITANA, http://www.transyt.upm.es/files/difusion/cursos_y_seminarios/jornada_tecnica_6_LPGC/Ses2-1.pdf

El material móvil es de última generación dotado de piso bajo que proporciona máxima accesibilidad a personas de movilidad reducida, y las máximas prestaciones

en materia de seguridad y confort, así como una imagen atractiva, moderna, ecológica y eficaz dentro de la ciudad. La generalización de vehículos de metro ligero de plataforma baja (350 mm entre el suelo del vehículo y el carril de rodadura) reduce la importancia del diseño de andenes en estaciones para acceder al vehículo. Así, con los vehículos de plataforma baja, andenes escasamente elevados sobre el nivel de la calle, permiten igualar la altura al suelo del vehículo, disminuyendo el tiempo de subida y bajada.

Sus vehículos disponen de ruedas metálicas, de tracción eléctrica, generalmente con toma de corriente aérea, y de conducción manual, aunque también es posible la conducción automática. La longitud de los coches suele estar entre los 24 y 30 metros, con diseños para poder funcionar en unidades múltiples o incluso con vehículos modulares. El ancho de los vehículos se sitúa normalmente entre 2,30 y 2,70 m, para tres o cuatro hileras de asientos. La capacidad de los vehículos depende de muchos factores relativos al diseño y dimensiones, rondando los diseños actuales el rango de 150 a 220 pasajeros/vehículo para 4 pasajeros/m². En cuanto a velocidad máxima, los diseños actuales pueden llegar a los 100 Km/h, aunque no se suelen sobrepasar los 80 Km/h. Los vehículos pueden circular en curvas de pequeño radio, desde los 11 m de los vehículos no articulados hasta los 70 m de los vehículos con doble articulación, que les permite adaptarse a los condicionantes urbanos, en el Anexo C se describe aspectos específicos y técnicos como dimensiones, características y mecanismo de un metro ligero. Su capacidad, coste y calidad del servicio, se sitúan entre las del autobús y el metro convencional, con un amplio rango de valores posibles.

El Ómnibus expreso sobre vía exclusiva (bus rapid transit - BRT) frecuentemente llamado un "metro a superficie" combina la eficiencia y calidad de los metros, con la flexibilidad en la operación y bajo costo de construcción y mantenimiento de los sistemas de buses.

Inicialmente eran considerados sistemas de baja capacidad, incluso en los libros de ingeniería de transporte como en el texto "Urban Transit : Operations, Planning and Economics" de Vukan R. Vuchic confirmaba esta situación, pero el aporte que cambió un sistema de buses con derecho de vía segregado, a un sistema masivo de transporte urbano en buses (*rapid transit*) fue el acceso al sistema en estaciones con plataforma, a autobuses de mayor capacidad, realizando el pago de la tarifa en taquillas.

La razón es que con estas mejoras, un bus puede transportar 200 personas y en una parada de pocos segundos, varias decenas de pasajeros pueden abordar y desaboardar de forma ágil (al estilo metro), lo que lleva a que la frecuencia de los buses pudiera ser alta, reduciendo los tiempos de espera y generando una capacidad de más de 10.000 pasajeros por hora en un sentido, proceso que no se podía lograr en un sistema tradicional de buses (con paradas frecuentes, pago y validación en el bus y pocas puertas). En cuanto a la capacidad de transporte, experiencias como la de Bogotá; Figura 2.19 y Sao Paulo muestran que un buen diseño e implementación de un sistema BRT alcanza capacidades del orden de los 35.000 pasajeros/hora-sentido (combinando servicios normales y expresos), valor menor pero comparable con un sistema metro.

Figura 2. 19 Cerca de 180 mil personas se movilizan en Transmilenio durante las horas pico.



Nota: Fuente foto tomada de la internet, El despelote de Transmilenio, <http://www.kienyke.com/historias/el-despelote-de-transmilenio-2/>

La velocidad comercial (que incluye detenciones) también es comparable, pues un sistema de metro puede ofrecer valores en torno a los 40 km/h, mientras que en BRT es de 30km/h a 35 km/h, en el Anexo D se indican especificaciones técnicas de una unidad BRT donde resalta su capacidad, potencia y dimensiones. Siendo un sistema de buses de alto estándar que combina el diseño de estaciones, vehículos, tecnología y planificación orientada a los pasajeros se caracteriza por:

- Una Circulación en vías segregadas, Carriles exclusivos (o carriles segregados del tráfico mixto).
- Rápida transferencia de pasajeros, pago de la tarifa y validación del viaje fuera del autobús, (pago de tarifa en la estación, no en el vehículo).
- Señal de Prioridad o preferencia para buses: tiene un trato preferencial a los buses en las intersecciones como por ejemplo extender la duración del semáforo en verde para los buses, o activación del semáforo en verde cuando se detecta un autobús.

2.4. Ventajas y desventajas puntuales de cada tipo de transporte público.

A continuación se especifica las ventajas y desventajas que ofrece los sistemas de transportación pública citados en el estudio.

2.4.1. Ferrocarril suburbano o “de cercanías”

Ventajas.

- ✓ Mayor accesibilidad, facilidad de ingreso y salida de pasajeros por las puertas laterales, personas con capacidades diferentes tienen un máximo de facilidades, pues tanto los trenes como las estaciones cuentan con modernos dispositivos que facilitan el tránsito de invidentes y minusválidos.
- ✓ Confort y comodidad a los pasajeros, sus vagones están equipados con calefacción y aire acondicionado, además de contar con pasillos amplios y asientos cómodos que hacen más placenteras las distancias recorridas además de un alto nivel de seguridad.
- ✓ Mayor velocidad comercial que otros modos de transporte, no tiene interrupciones de tráfico (vía exclusiva), lo que representa un ahorro de tiempo de viaje.
- ✓ Reducción de emisiones contaminantes por su operación.
- ✓ Menor afectación o impacto a la movilidad vehicular y peatonal.

- ✓ Alta capacidad de transportación comparada con autobuses foráneos; posee mayor número de vagones y más grandes, el sistema se ajusta de acuerdo con la demanda de pasajeros.
- ✓ Mínimo consumo de energía por pasajero- km transportado. Menor demanda de recursos naturales.
- ✓ Sirven a zonas de la ciudad con menor densidad de población y suburbanas, comunicando áreas suburbanas con la ciudad, siendo un desfogue favoreciendo a la desconcentración urbana.
- ✓ Versatilidad, puede compartir su ruta con otros trenes de pasajeros y de carga.
- ✓ Poseen tarifas escalonadas de acuerdo a la distancia a recorrer, no es tan costosa su instalación, debido al elevado gasto que supone la electrificación de la línea, menor costo de operación que el de un tren convencional.
- ✓ Más rápidos que los automóviles, particularmente en horas de embotellamientos.

Desventajas.

- ✓ Tienen una menor frecuencia en sus servicios.
- ✓ Sus estaciones centrales pueden no estar bien localizadas por cambios en la ubicación de la distribución de la ciudad.
- ✓ En algunos casos los derechos de vía subutilizados se llenan de ocupantes que viven ilegalmente en tierra pública, lo que dificulta el redesarrollo de los sectores.
- ✓ Se reduce su capacidad en los casos que comparte la carrilera con servicios de carga o de pasajeros de larga distancia.
- ✓ Mayor ruidosidad en el caso de las locomotoras a diesel, siendo necesario la implantación de silenciadores para disminuirla.

- ✓ Mejor prestación de las locomotoras eléctricas en el caso de rampas pronunciadas durante el trayecto, mayor duración del motor eléctrico frente al motor diesel, realizar más kilómetros que la diesel sin la necesidad de tener que pasar por una revisión de mantenimiento. El mecanismo eléctrico en trenes de cercanías presenta mejores propiedades en relación con el mecanismo a diesel, lo que representa una mayor inversión y costo.

2.4.2. Metro (metro “pesado” subterráneo o elevado – heavy rail).

Ventajas.

- ✓ Recuperación de energía eléctrica, avances llevados a cabo en el ámbito de la tracción permiten al metro la recuperación de energía durante el frenado, que repercute en un ahorro considerable del consumo asimismo un mínimo consumo de energía por pasajero-km transportado.
- ✓ Mayor efectividad operativa y de demanda de *pasajeros*, gran capacidad; al conjugar la tracción eléctrica con una elevada capacidad de pasajeros, el metro es el medio de transporte más eficiente en términos de consumo energético y ocupación de espacio, con un uso mínimo del suelo.
- ✓ Garantiza rapidez y puntualidad en los trayectos: es uno de los sistemas de transporte más rápido se estima que la media del recorrido entre extremos de línea será de unos 15 minutos, la tercera parte de lo que un vehículo privado tarda, sin incluir el tiempo de aparcamiento.
- ✓ Mejoramiento de la calidad del aire (descontaminación de la ciudad). Es un medio de transporte no contaminante, el metro no emite sustancias contaminantes o gases de efecto invernadero a su entorno.

- ✓ Reduce los niveles de tráfico: El usuario de transporte público ocupa 100 veces menos espacio que el de transporte privado, además de favorecer la interconexión entre distintos modos de transporte.
- ✓ Accesibilidad y comodidad tanto las estaciones como los vagones serán accesibles a todas las personas de movilidad reducida, mediante material móvil de piso bajo y ascensores y escaleras mecánicas desde la superficie al andén.
- ✓ Alto nivel de seguridad: Es hasta veinte veces más seguro que el privado. El metro cuenta con sistemas de seguridad de última generación, tanto en túneles como en estaciones.
- ✓ Aporta vanguardia y diseño con su implementación a la ciudad: Tras las obras muchas de las principales avenidas podrán quedar completamente reurbanizadas.
- ✓ Favorecerá la actividad comercial y revalorizará el sector inmobiliario.
- ✓ Subterráneamente, el metro deja un hueco en la superficie para instalaciones que permiten mejorar la calidad de vida en la ciudad. Contribuyendo a una mayor integración con la creación de estaciones de correspondencia que sean verdaderos centros neurálgicos, agradables y seguros, integrados a la ciudad, que ofrezcan actividades sociales, comerciales y culturales que permitan al viajero aprovechar las esperas y despierten la curiosidad del ciudadano.

Desventajas.

- ✓ El principal inconveniente es su coste, altos costos de mantenimiento como de construcción (se deben construir túneles y/o viaductos).

- ✓ Presenta un problema en cuanto a la accesibilidad y el tiempo de acceso, que se ven perjudicados al tener que acceder a una estación subterránea o sobre elevada, aumentando de esta manera el tiempo total de acceso.
- ✓ Sostenibilidad del sistema, donde se presentan problemas de financiación a largo plazo, los cuales endeudan a un país y pueden generar un problema de subsidio recurrente para la operación del sistema.
- ✓ Se presentan argumentos donde el tiempo de construcción de este tipo de sistemas parecen durar 10 veces más que el de otros sistemas.
- ✓ Necesidad de subsidio para la operación según las experiencias de sistemas férreos los subsidios de operación si son necesarios para su operación.

2.4.3. Metro liviano (*light rail transit - LRT*).

Ventajas.

- ✓ Destaca su máxima accesibilidad, el metro ligero es más accesible debido a sus paradas en superficie, y al diseño de su material móvil con piso bajo, admite desde estaciones tan simples como una parada de autobús hasta estaciones con una gran variedad de servicios, típica en los sistemas de metro convencional.
- ✓ Perfecta integración en el entorno urbano, conviviendo de forma óptima con vehículos y peatones, su implantación conlleva la mejora de la urbanización y el reordenamiento del entorno, lo que favorece la seguridad, el equipamiento y la estética urbana.
- ✓ Presenta las mejores relaciones de ocupación de espacio por pasajero, realiza un uso más eficiente del espacio donde se pueden aprovechar viejas redes de

ferrocarril, tanto si están en servicio como si están abandonadas además de un eficiente consumo energético comparados con el metro ahorran energía, puesto que no necesitan de iluminación de estaciones (andenes y pasillos).

- ✓ Generalmente más económicos de construir, dado que la infraestructura es relativamente menos robusta, las unidades más baratas y por lo general no se requieren los túneles, más baratos de construir por la habilidad de las unidades de tomar curvas cerradas y subir cuestas más empinadas lo que implica una disminución en obras de infraestructura vial y una larga vida útil.
- ✓ Condiciones cinemáticas favorables del vehículo generando mejores tiempos de viaje (velocidad comercial), mayor frecuencia, seguridad, fiabilidad y un mayor confort de los pasajeros, además de poseer una gran capacidad.
- ✓ Son más silenciosos que los ferrocarriles o los metros, y la mitigación del ruido es más fácil de diseñar. Se consiguen niveles de ruido relativamente bajos (65 a 68 dBA en el interior y 75 a 78 dBA en el exterior) gracias a diversas intervenciones tanto en la infraestructura de rodadura como en el diseño y construcción del material móvil.
- ✓ Una de sus características sobresalientes es su bajo nivel de degradación del medio ambiente, su funcionamiento eléctrico hace que no genere sustancias polucionantes significativas, el ruido y las vibraciones, como elementos perturbadores del ambiente, son ampliamente reducidos.
- ✓ La flexibilidad de funcionamiento y gran conectividad con los principales modos de transporte público, donde puede actuar como transporte principal en ciudades de tipo medio, como alimentador/distribuidor de otros sistemas de transporte de mayor capacidad (metro convencional o ferrocarril de cercanías).

Desventajas.

- ✓ Al compartir en parte la superficie con el tráfico rodado, son más propensos a accidentes que otros tipos de sistema.
- ✓ Algunos tienen una relación carga útil/carga transportada peor que los trenes pesados o los monorraíles, debido a que deben ser diseñados para soportar colisiones con automóviles.
- ✓ Mueven menos masa, estos sistemas se aproximan a la capacidad de pasajeros de los sistemas de metro convencional, pero no la superan.
- ✓ Relativos costos elevados de construcción de líneas y de material móvil que, en muchos casos, impiden construirlos con partidas presupuestarias de las administraciones correspondientes, siendo necesario acudir a la financiación privada.
- ✓ En ocasiones la compañía encargada no puede cubrir los costes de explotación, ni amortizar sus infraestructuras ni sacar beneficios para sus accionistas, ya que para hacerlo se tendrían que fijar unas tarifas muy altas, y esto no es posible si se quieren captar usuarios.
- ✓ Los costos de inversión en un LRT varían mucho, dependiendo principalmente de la categoría de la vía, del tipo de infraestructura, de la clase de vehículos utilizados, de las comodidades de las estaciones y su accesibilidad. Mientras algunas líneas del LRT aprovechando las vías existentes tienen un costo de 5 millones \$/km otras requieren de entre 15 y 35 millones de \$/km.

2.4.4. Ómnibus expreso sobre vía exclusiva (bus rapid transit - BRT).

Ventajas.

- ✓ Paradas cortas, es decir, abordaje y desabordaje de pasajeros en cortos períodos de tiempo. En comparación a los sistemas de autobuses tradicionales donde el proceso es lento mientras que el sistema BRT permite a los pasajeros aborden o desaborden simultáneamente por todas las puertas del bus.
- ✓ Menor número de paradas, los buses de sistemas BRT, mientras operan en los carriles exclusivos, solo pueden detenerse en estaciones designadas, de ser necesario su vía puede ser utilizada por servicios de emergencia.
- ✓ Independencia de la congestión y tráfico presente en las calzadas de tráfico mixto, por tener una vía segregada. Lo que genera dos aspectos: confiabilidad en los tiempos, llevando a una planificación de horarios más precisa. Además de menores tiempos de viaje, por poder circular sin la interferencia del tráfico.
- ✓ Velocidad para el viajero tan rápida como en un metro ligero, los sistemas BRT alcanzan niveles altos de velocidad, capacidad y confort, comparables con los de rieles.
- ✓ La flexibilidad es otro tema a considerar. Las líneas de metro son inamovibles, si la demanda no es la esperada no hay mucho que hacer, mientras el BRT presenta una gran flexibilidad que permite ajustarse a cambios demográficos o nuevas políticas de planificación urbana y uso de suelos.
- ✓ Posible construcción en etapas, BRT puede ser construido totalmente o en forma evolutiva, lo que significa que la ciudad empieza a construir el sistema

paulatinamente mediante la implementación gradual de etapas relativamente pequeñas pero de gran impacto y funcionalidad.

- ✓ Material móvil de tecnología limpia, de baja o nula contaminación, la utilización de buses eléctricos, híbridos o con filtros reduce considerablemente la emisión de gases.
- ✓ A diferencia de una línea convencional de autobús, los BRT permiten una mayor frecuencia de pasaje (hasta 5 minutos en horas punta), un tiempo de trayecto garantizado, una velocidad que compite con el vehículo privado y un horario de servicio bastante amplio. El sistema de información así como la fácil comprensión de red otorgan una mayor familiaridad. Con la construcción de estas líneas se pretende que un gran número de usuarios de vehículos privados se cambien hacia un transporte público competitivo.
- ✓ Probablemente el factor más relevante en ciudades de países subdesarrollados. un sistema BRT no tiene costos de excavación, construcción de gran infraestructura ni adquisición de onerosos trenes, pudiendo ser 20, 50 ó 100 veces más barato que un metro. Construcción más barata que un sistema tranviario, material móvil más barato en Latinoamérica, BRT han sido implementados por costos que van entre \$1 millón y \$5.3 millones por km, en comparación con sistemas de metro que cuestan entre \$50 y \$200 millones por km. El caso más representativo es Porto Alegre, en que ambos sistemas operan en las mismas circunstancias. El BRT deja utilidades a las empresas concesionarias mientras el tren urbano requiere un 69% de subsidio por pasajero transportado.
- ✓ Equidad social las experiencias de Curitiba, Bogotá, Sao Paulo y Quito muestran que el BRT es sustentable y presenta la misma calidad de servicio en sectores de

altos y bajos recursos, mientras el metro tiene una cobertura geográfica muy limitada, lejos de los barrios pobres de las grandes ciudades. Se argumenta además que los sistemas BRT hacen mayor uso de la industria y el empleo local en su desarrollo y operación.

Desventajas.

- ✓ Los sistemas BRT, pese a tener carriles exclusivos segregados, pueden llegar a tener interferencia con el tráfico en intersecciones. Esto hace que se presenten eventos (como accidentes de tránsito, huelgas) que puedan llevar a que el sistema se detenga completamente.
- ✓ Quienes no apoyan el sistema BRT hacen la crítica de la vida útil de los vehículos y la fragilidad de los materiales de construcción de las troncales.
- ✓ Se afirma que el derecho de vía necesario para un sistema BRT es mucho mayor que el necesario para el desarrollo de un sistema férreo, subterráneo, elevado o incluso en superficie. En general, el BRT usa la infraestructura de vías existente, por lo cual reduce la capacidad vial para el tráfico general.
- ✓ Al ocupar los sistemas BRT espacio en superficie. En los centros de las ciudades, donde existen muchas intersecciones y poco espacio disponible, los BRT tienen un impacto fuerte y sólo podrán operar a bajas velocidades.
- ✓ Hay que tener en cuenta que un BRT, por ser un servicio operado visualmente por conductores en vehículos con motores de combustión, se dificulta su implementación completa en corredores subterráneos. Más contaminación a lo largo de la línea (excepto trolebús).

- ✓ Menor calidad a bordo, al no ser un sistema guiado, los críticos de los BRT consideran que es un sistema de mediana capacidad y que no es comparable con los sistemas metro.

CAPITULO III

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSPORTACIÓN PÚBLICA DE ACUERDO AL TIPO O MODELO DE CIUDAD.

3.1 Interacción entre sistemas de transporte público y el tipo de ciudad.

La afirmación de que la ciudad y el transporte se encuentran relacionados es común, su vínculo es muy estrecho pues. “El desarrollo histórico de las urbes ha permitido evidenciar la capacidad del transporte como instrumento de transformación urbana”¹⁰ pero a la vez, éste ha sido un atributo poco aprovechado, pues también es evidente que. El desarrollo de los sistemas de transporte ha carecido de un modelo estructurado, y en su lugar, básicamente, se constata una adaptación constante y continua de las infraestructuras a las demandas de una ciudad, a las posibilidades de la tecnología, a la competencia espacial con otros sistemas de transporte y a la capacidad financiera para construirlos.¹¹

La elección de un modo de transporte no solo depende de la densidad de las áreas urbanas, sino de la accesibilidad a servicios básicos y lugares de interés. Por ejemplo

¹⁰ Ricardo Montezuma. El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá. Internet. redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/357/35714236003.pdf. Acceso: 24/01/2013

¹¹ Jordi Juliá Sort. . El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá. Internet. redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/357/35714236003.pdf. Acceso: 24/01/2013

en Europa la tendencia es el establecimiento de centros comerciales suburbanos o fuera de las áreas residenciales. Según un estudio de la EEA en 2003 hay una relación directa entre el número de centros comerciales en una ciudad y la selección de transporte como también la distancia recorrida. A medida que los supermercados y otros almacenes salen de las áreas urbanas, los kilómetros de recorrido se triplicaron y el uso del auto privado aumento cinco veces en Dinamarca

Por tal razón como se mencionó con anterioridad en el capítulo I juegan un papel preponderante dos aspectos referentes al tipo de ciudad que son su forma y función.

En el caso de la forma o distribución física de la ciudad influye en gran manera pues configuraciones urbanas dispersas, fragmentadas y desequilibradas, promueven una movilidad urbana basada principalmente en uso de medios motorizados de baja capacidad, entre ellos el automóvil privado.

El tejido y forma urbanos de las ciudades tienen una muy cercana relación con los sistemas de transporte que ellas mismas ofrecen. En algunos casos estos sistemas han determinado la forma de la ciudad y en otros han sido los emplazamientos urbanos los que terminan adaptando al sistema de transporte.

De ahí, entonces, la importancia de analizar la interacción entre espacio urbano y sistema de transporte, ya que de no hacerlo se seguirán configurando y promoviendo espacios urbanos desequilibrados y complejos, a más de medios de transporte poco funcionales y de altos costos ambientales con efectos negativos en la movilidad, accesibilidad y calidad de vida de la población.¹²

¹² Ricardo Montezuma, Juan Pozueta, Robert Cervero, Alfonso Sanz, Carmen Lizárraga. Patrones de movilidad y Tren suburbano. Internet. conocimientoabierto.flacso.edu.mx/medios/tesis/granados_e.pdf. Acceso: 24/01/2013

De la misma manera en el caso de la función o actividad que desempeña la ciudad existe variedad de argumentos que se deben considerar como La distribución de los usos del suelo, dentro del área urbana, espacios determinados donde se produce interacción entre distintas zonas, también se debe considerar el caso donde en la ciudad predomina una de las funciones urbanas es decir existe una actividad en la que se concentra todo el desenvolvimiento y organización de la ciudad, un concepto de importancia que se deriva de esto es la “accesibilidad”. Los efectos que produce el transporte sobre el uso del suelo pueden variar debido a un cambio en la accesibilidad del lugar.

Una mayor accesibilidad incrementa el atractivo de un sitio para cualquier tipo de uso del suelo, influyendo así en la dirección que pueda tomar un nuevo desarrollo urbano. Sin embargo, si el grado de accesibilidad aumenta en toda la ciudad, el resultado será una estructura de asentamiento más dispersa.

La idea de que el transporte y el uso del suelo de las ciudades ejercen una influencia mutua se ve reflejada en características tales como la forma de crecimiento urbano, la localización de los usos y actividades, las densidades y la ocupación del territorio.

Independiente de los modos seleccionados para cada caso, el fin es promover los sistemas integrados de transporte; cabe destacar finalmente que la elección depende de condicionantes económicos y urbanísticos propios del centro urbano, y en este caso principalmente de las características del entorno urbano donde deben insertarse.

Una muestra se evidencia al comparar la proporción de área destinada a la circulación entre ciudades norteamericanas y europeas: mientras en las primeras se destina cerca de un 70% del territorio urbano a la circulación, las segundas destinan un 30% para este mismo fin. En éstas últimas, a diferencia de las ciudades norteamericanas, el transporte empleado por

preferencia es el servicio público colectivo, cuya ocupación de área por pasajero es inferior.¹³

Las relaciones implicadas en esta idea se pueden resumir brevemente en la Figura 3.1

Figura 3. 1 Esquema de interacción entre actividades del espacio urbano y el sistema de transporte.



Nota: Fuente http://www.eu-portal.net/material/downloadarea/kt9a_wm_es.pdf, Transporte y usos del suelo, PORTAL Material escrito

Por tal razón es de gran importancia analizar la interacción que existe entre la ciudad y el sistema de transporte pues de no considerarse, cualquier intervención o implementación solo podría tener en el mejor de los casos un beneficio parcial o en el peor, potenciar la problemática de movilidad.

¹³ Ricardo Montezuma. El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá. Internet. redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/357/35714236003.pdf. Acceso: 24/01/2013

3.2 Relación y correspondencia del transporte público por tipo de ciudad.

Como introducción al estudio de la relación y correspondencia de los sistemas de transporte vigentes y el tipo de ciudad es necesario recordar el objetivo primordial del presente trabajo que es el realizar un análisis comparativo entre las diferentes modalidades de transporte considerando el rol de cada sistema en función de sus características técnicas y tecnológicas además de las características de la urbanización o tipo urbano establecido al que debe servir y de esta manera determinar el más conveniente en función de sus características particulares. Con esto se busca conseguir un mejor ordenamiento, donde por razones de calidad de vida urbana y de equidad social se recomienda un fortalecimiento al sistema de transporte rápido y masivo orientando a los centros urbanos. Por lo general se dará el caso que el modo más conveniente es diferente en función de las características particulares de cada ciudad, el corredor a servir y la demanda que se debe atender, lo que implica una diversidad en correspondencia destacando para el análisis: prioridades, ventajas y condicionantes propios del caso, que mejoren la funcionalidad y desenvolvimiento de la ciudad, además de causar un impacto favorable al desarrollo de la localidad.

Una variedad de aspectos y puntos influyen directamente al momento de establecer una relación de correspondencia, el presente estudio se basa en 4 criterios de selección entre los establecidos están los:

- Técnicos.

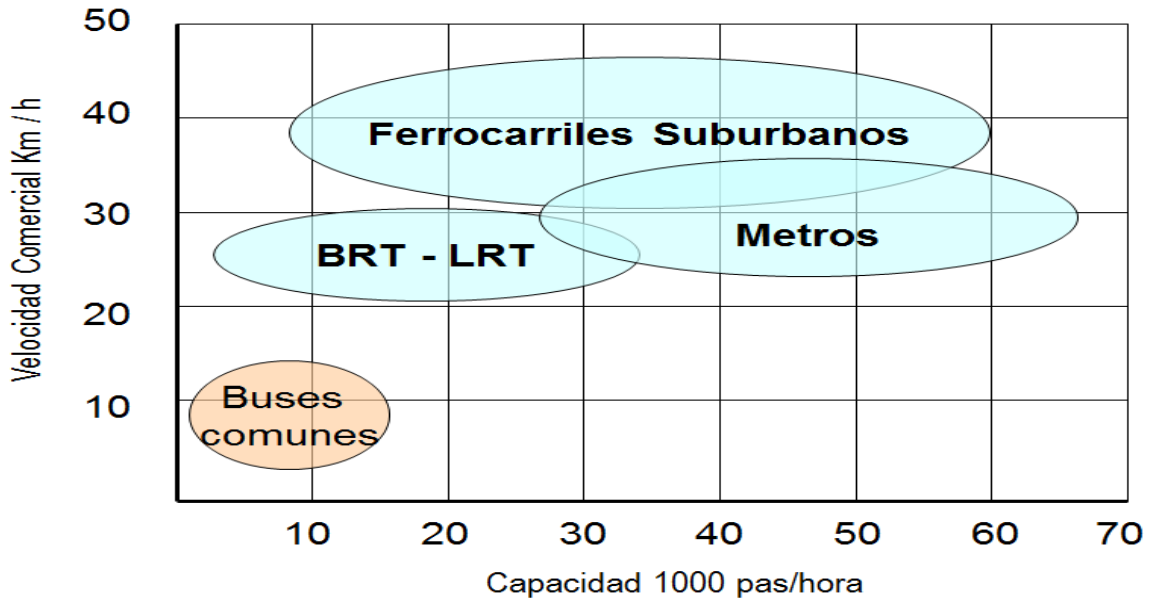
- Urbanísticos.
- Económicos y financieros.
- Externalidades.

En la primera parte se presenta un análisis general de los criterios: técnico, económico y externalidades con base en valores y datos obtenidos de la XX ASAMBLEA GENERAL DE ALAMYS *Buenos Aires, Noviembre de 2006 y sus diferentes presentaciones complementarias*, principalmente el criterio en el que se concentra el estudio es el urbanístico el mismo que será tratado de manera más clara y profunda, tomando en cuenta aspectos puntuales que aportaran en el análisis.

Nuestro análisis comienza con el ajuste metódico de los criterios de selección, el primero que manejamos es el técnico, en este aspecto se destaca la marcada superioridad de las alternativas escogidas, respecto al bus común especialmente en la mayoría de aspectos técnicos y de prestaciones.

Como el caso de la relación de capacidad de pasajeros vs velocidad comercial Figura 3.2, donde el sistema de ferrocarriles suburbanos presenta una de las mejores relaciones entre estas dos variables para este caso medidas en km/h y 1000 pasajeros/hora al igual que el metro pesado con una capacidad semejante o superior y una velocidad algo inferior.

Figura 3. 2 Rangos de características técnicas de los modos (Velocidad Comercial vs Capacidad).



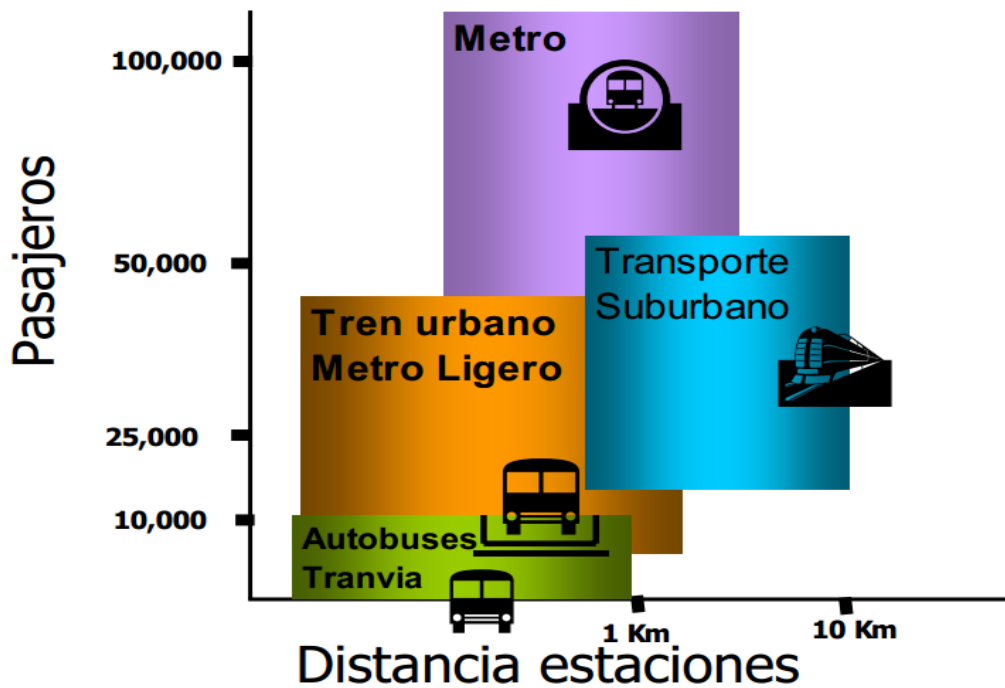
Nota: Fuente COMITÉ DE PLANIFICACIÓN, Diferentes modalidades de transporte según la densidad de uso y la topología de las diferentes ciudades, XX ASAMBLEA GENERAL DE ALAMYS - Buenos Aires- Noviembre de 2006.

Los sistemas LRT y BRT por sus similitudes respecto a las variables son ubicadas al mismo nivel, lo que muestra que la aplicación de ferrocarriles suburbanos y sistema de metro pesado responde a una necesidad de alta capacidad y velocidad.

Otro razonamiento que se considera es la cantidad de pasajeros que se pueden desplazar por unidad de tiempo y dirección en una distancia media entre estaciones, a continuación se presenta estas proporciones, donde Figura 3.3

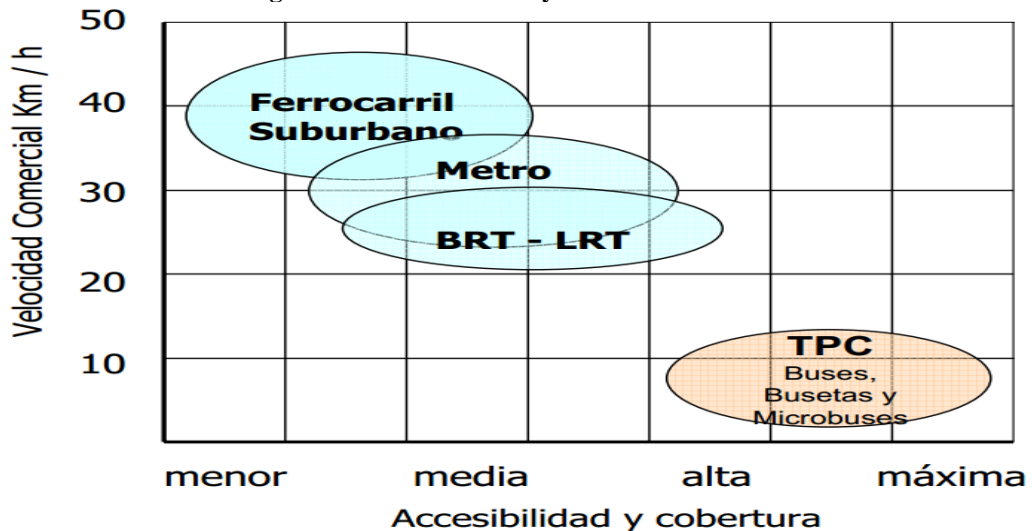
Así mismo se destaca en el aspecto técnico, la accesibilidad y cobertura de cada uno de los sistemas donde el bus común muestra algunas facilidades aunque presenta velocidades comerciales muy bajas respecto a las demás alternativas, mientras tanto estas contrastan con una menor accesibilidad Figura 3.4

Figura 3. 3 Proporción de los modos (Pasajeros vs Distancia de estaciones).



Nota: Fuente http://www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf, Consideraciones técnicas para la selección de un modo de transporte, Las soluciones de transporte masivo, una decisión técnica o política Medellín, Noviembre 2005.

Figura 3. 4 Accesibilidad y cobertura de la red.



Nota: Fuente COMITÉ DE PLANIFICACIÓN, Diferentes modalidades de transporte según la densidad de uso y la topología de las diferentes ciudades, XX ASAMBLEA GENERAL DE ALAMYS - Buenos Aires- Noviembre de 2006.

Otra relación a rescatar es la del uso del suelo que ya la analizamos sistema por sistema pero en esta parte se la relaciona comparativamente entre los sistemas en

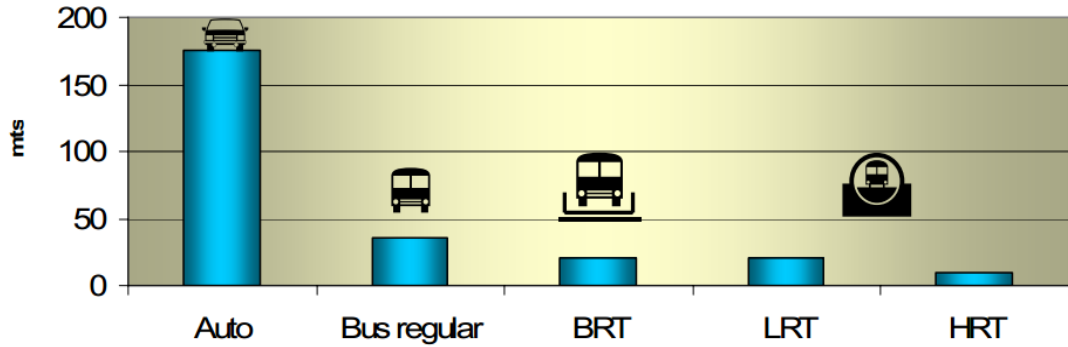
estudio, el gráfico muestra lo que se requiere en ancho de vía por cada tipo de sistema de transporte para movilizar 50.000 personas por hora/sentido.

Como se puede ver en el diagrama Figura 3.5, hay una considerable necesidad de espacio para transportar tal cantidad de pasajeros con automóvil privado multiplicando así el problema de congestión, mientras que hay una similitud aproximada entre el bus común y las alternativas de transporte, que muestran al sistema de metro pesado y ferrocarril suburbano con una ligera superioridad en este aspecto.

El criterio económico y financiero es muy complejo de analizar por tal razón será estudiado de manera simple y rápida, por lo que para empezar se muestra la valoración del costo inicial de los modos, donde se relaciona el Costo inicial \$/Km y Capacidad 1000 pasajero/hora, Figura 3.6. Entre el sistema de metro pesado subterráneo y elevado se diferencia el gran costo inicial que conlleva el metro subterráneo seguido de cerca del elevado, algo que puede justificar su costo es su alta capacidad, existe una semejanza de valoración entre los sistemas LRT, BRT y ferrocarril suburbano que respecto a costo inicial son muy similares aunque en capacidad el que sobresale es el ferrocarril suburbano.

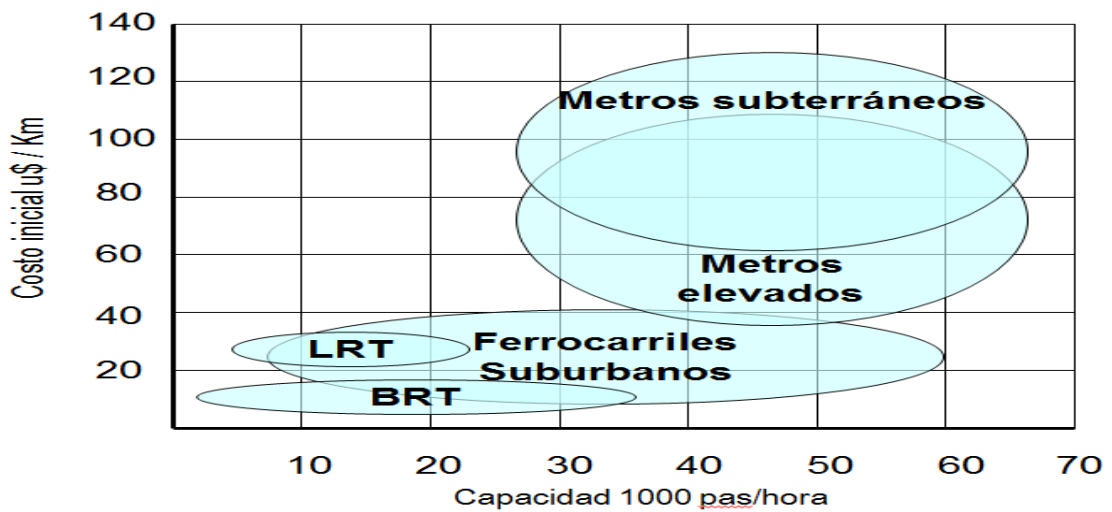
Figura 3. 5 Uso del espacio.

Amplitudes de vía para movilizar 50.000 personas por hora/sentido



Nota: Fuente http://www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf, Consideraciones técnicas para la selección de un modo de transporte, Las soluciones de transporte masivo, una decisión técnica o política Medellín, Noviembre 2005.

Figura 3. 6 Costo inicial de los modos vs Capacidad.



Nota: Fuente COMITÉ DE PLANIFICACIÓN, Diferentes modalidades de transporte según la densidad de uso y la topología de las diferentes ciudades, XX ASAMBLEA GENERAL DE ALAMYS - Buenos Aires- Noviembre de 2006.

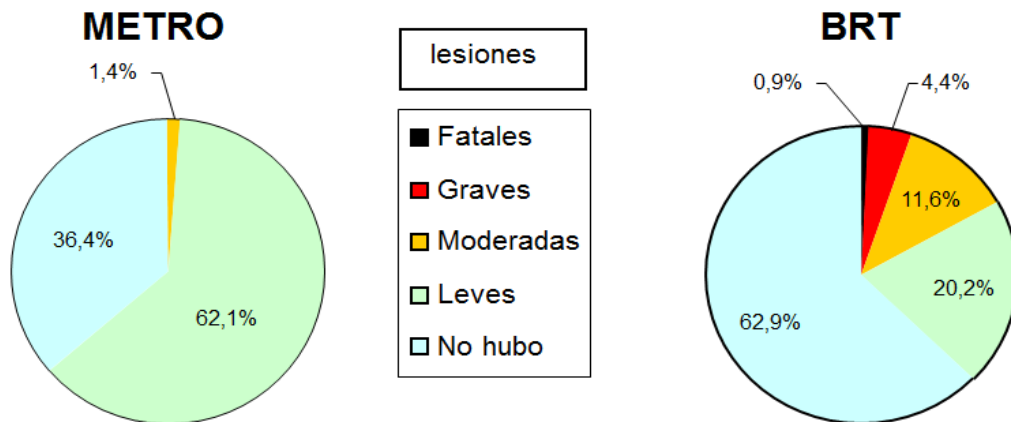
El análisis mostrado sólo incluye los costos propios del sistema, sin considerar impactos urbanos ni externalidades. Con este *enfoque inicial*, el sistema BRT resulta con una clara ventaja económica sobre los medios sobre rieles, para todo el rango de demandas en que pueden proveer la misma cantidad de oferta. Este resultado se debe a la muy grande diferencia en la inversión inicial.

A continuación el tema a analizar son las externalidades, pero para empezar a hablar de externalidades que genera el transporte, primero debemos tener en claro el concepto de externalidad y este es cuando un agente lleva a cabo una acción de la cual se derivan efectos indirectos de la ejecución de una actividad sobre otras personas o entidades, y estos tienen un impacto beneficioso o perjudicial en otros agentes.

El estudio de la externalidad que causa la industria del transporte por lo general es considerado en su gran mayoría negativo por su gran magnitud, pero debemos tener en cuenta que también existen externalidades positivas que se generan por las actividades de transporte. Es decir por un lado se puede crear un coste negativo al medio ambiente y a otros entes, pero por otro lado se compensa mediante una tasa para subsanarlo. Las externalidades abarcan varios puntos, en el análisis se mostrara los más importantes siendo estos la accidentabilidad, contaminación y calentamiento global que serán valorados rápidamente con datos y referencias del congreso ALAMYS para facilitar su comparación.

Para el caso de la seguridad y accidentabilidad se valorizaron los accidentes en los modos de transporte a partir de la estadística de sucesos de cada modo y de la adopción de un valor económico aplicable a cada tipo de suceso, Figura 3.7. Resultando así que la seguridad en las explotaciones férreas es más alta que la de las carreteras en lo que respecta a accidentes por kilómetro. Es 20 veces más seguro viajar por tren que por carretera, como dato los accidentes personales principalmente tienen diferente perfil en los metros o en los sistemas que operan a nivel.

Figura 3. 7 Accidentabilidad de sistemas que operan a nivel.



Nota: Fuente COMITÉ DE PLANIFICACIÓN, Diferentes modalidades de transporte según la densidad de uso y la topología de las diferentes ciudades, XX ASAMBLEA GENERAL DE ALAMYS - Buenos Aires- Noviembre de 2006.

En los BRT hay más personas lesionadas en accidentes, y de mayor gravedad, que en los metros.

De manera más detallada se describe por menores de estos dos modos expuestos:

- *En los BRT los tipos de accidentes predominantes son:*
 - ✓ *Peatones y ciclistas embestidos en las calles que cruzan.*
 - ✓ *Automóviles y motocicletas chocados en los mismos sitios.*
 - ✓ *Personas lesionadas en las puertas de acceso a los coches o en su interior, por frenadas bruscas.*
- *En algunos choques y embestimientos hay daños muy importantes a los vehículos y también personas heridas graves o muertas.*
- *En los BRT estos casos predominan en la valorización del total de daños.*
- *Para los BRT el costo de accidentes puede considerarse proporcional a los ómnibus kilómetro. Resultó:*

Costo accidentes BRT = 198.000 US\$ / millón ómnibus kilómetro.

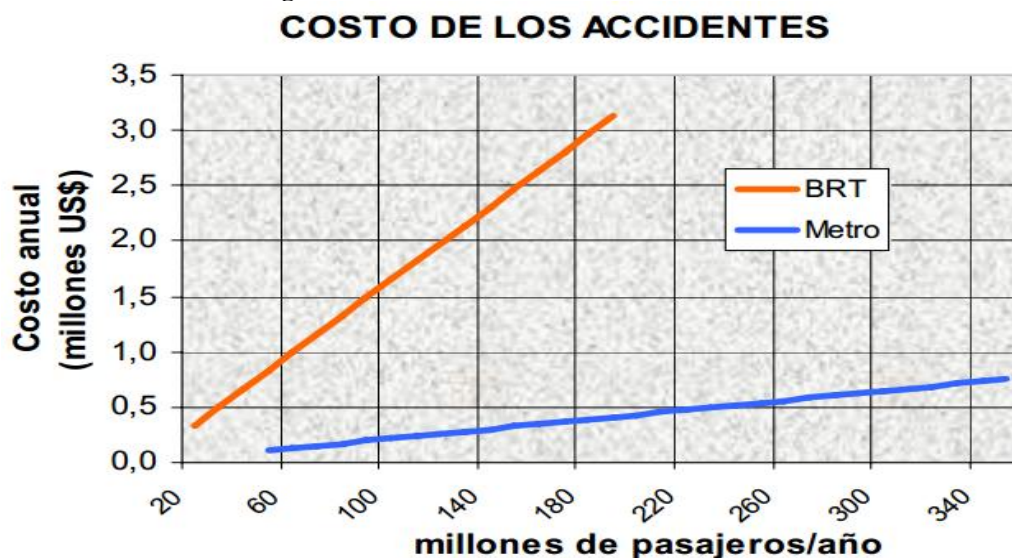
- *En los metros los tipos de accidentes predominantes son:*
 - ✓ *Personas caídas en escaleras de estaciones.*

- ✓ *Personas lesionadas en las puertas de acceso a los trenes.*
- *En los casos anteriores las lesiones de las personas son moderadas o leves, en general.*
- *Los arrollamientos de personas por los trenes se deben, casi siempre, a suicidios.*
- ✓ *Si bien los sistemas ferroviarios son preferidos por los suicidas, no sería correcto valorizar estas muertes en perjuicio de los Metros.*
- *Dado el tipo de accidentes, en los Metros es razonable relacionar su costo con la cantidad de pasajeros. Resultó:*

Costo accidentes del Metro = 2.150 US\$ / millón de pasajeros.

Dando como resultado el rango de capacidades en que compiten el Metro y los BRT, la valorización de los accidentes es significativamente menor en el Metro. La relación es del orden de 7,5 a uno¹⁴ Figura 3.8.

Figura 3. 8 Relación costo anual de accidentes.



Nota: Fuente

http://www.alamys.org/Documentos/cctt_alicante_may_2006/11_CCTT_Ponencias/Comite%20Planificacion/METROVIAS_MODOS_DE_TPTE_URB.pdf, LOS MODOS DE TRANSPORTE URBANO Y SU RELACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CIUDADES, Comité de Planificación – Alamys Alicante – 28 de Mayo – 1º de Junio de 2006.

¹⁴Congreso ALAMYS. Los modos de transporte y su relación con las características de las ciudades. Internet.

http://www.alamys.org/Documentos/cctt_alicante_may_2006/11_CCTT_Ponencias/Comite%20Planificacion/METROVIAS_MODOS_DE_TPTE_URB.pdf, LOS MODOS DE TRANSPORTE URBANO Y SU RELACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CIUDADES, Comité de Planificación – Alamys Alicante – 28 de Mayo – 1º de Junio de 2006. Acceso: 24/01/2013

Los dos temas restantes de las externalidades, contaminación y calentamiento global se deben tratar en conjunto pues tienen íntima relación el uno con el otro, por tal razón se muestra principalmente que un sistema férreo de transporte de pasajeros contribuye a la conservación del medio ambiente al utilizar electricidad como fuente de energía y transportar más pasajeros por kilómetro con menos emisiones contaminantes.

Razonando más detenidamente el problema:

- Los sistemas de ómnibus, y los BRT, queman gasolina o diesel.
 - ✓ Emiten gases de efecto invernadero, entre ellos CO₂ cuya acumulación en la atmósfera es considerada causa dominante del recalentamiento del planeta.
 - ✓ El impacto de largo plazo de esta emisión debe ser considerado.
- Los Metros y LRT utilizan energía eléctrica.
 - ✓ Las fuentes hidroeléctrica y nuclear evitan la emisión a la atmósfera de CO₂.
- Además, la barrera física del BRT implica mayores recorridos de los vehículos que cruzan su traza, creando un consumo adicional de combustible y la consiguiente mayor emisión de CO₂.
 - ✓ Este efecto se agrega al mayor costo operativo previamente calculado.
- Este efecto de la barrera física se tuvo en cuenta también para los Metros livianos.

En este análisis para los BRT y para el LRT se computó el recorrido adicional de automóviles que cruzan su traza y el correspondiente consumo de combustible (gasolina).

- *Los metros, LRT y los BRT eliminan por igual la circulación de los buses antiguos altamente contaminantes.*
- *Pero los BRT siguen quemando combustible líquido.*

- *Se emiten al aire, contaminantes que tienen costo en términos de salud pública.*
- *Se emite también CO₂ –anhídrido carbónico – el gas que es principal generador del calentamiento global.*

En los países desarrollados el costo de combatir la polución y la contaminación se encuentra entre el 1% y 2% del PIB.¹⁵

Algo con que combatir este gran problema de calentamiento global consecuencia de la contaminación es incentivar el ahorro energético de las ciudades incrementando su densidad y el uso del transporte público.

“Las ciudades con mayor densidad de población son también las que menor energía consumen en lo que a tráfico respecta pues que se fomentan naturalmente los trayectos no motorizados, dado que las distancias para ir al lugar de trabajo u ocio son más cortas andando o en bicicleta”¹⁶

En términos generales el transporte público consume menos energía que el automóvil.

Finalmente el criterio urbanístico que en algunos casos se lo considera parte de las externalidades es el más preponderante y de mayor importancia siendo este la base de la presentación, se analiza principalmente varios puntos como la barrera urbana, congestión, expropiaciones entre otros que nos dan la pauta para escoger el más adecuado.

¹⁵ Congreso ALAMYS. Los modos de transporte y su relación con las características de las ciudades. Internet.

http://www.alamys.org/Documentos/cctt_alicante_may_2006/11_CCTT_Ponencias/Comite%20Planificacion/METROVIAS_MODOS_DE_TPTE_URB.pdf

¹⁶ UITP. Modelos y alternativas en los sistemas masivos de transporte. Internet. www.metropol.gov.co/compartidos/docs/modelos_y_alternativas_en_los_sistemas_masivos_de_transporte.pdf. Acceso: 24/01/2013.

A continuación se presenta de manera ordenada el análisis comparativo correspondiente al tipo de centro urbano por forma y función con las alternativas de transporte rápido y masivo señalado.

De esta manera al conjugar las dos grandes variables a compatibilizar (sistemas de transporte público y tipo de ciudad), se comparará y escogerá el sistema de transportación que más se ajuste al tipo de ciudad.

Ciudad de plano equirrectangular, en cuadrícula o en damero.

Este tipo de estructuración urbana como se dijo en el detallamiento de los tipos de ciudades presenta dificultades de tráfico en las intersecciones, desplazamientos en diagonal al igual que en el cambio de sentido de la circulación, todo esto generado por la excesiva cantidad de intersecciones por lo cual el estudio para este caso se realizará tomando en cuenta estos aspectos puntuales.

Entrando al análisis comparativo desde el punto de vista urbanístico como tal se analiza la barrera urbana en relación con el sistema de transporte a implantar por lo que la distribución de la ciudad influye en gran parte para este caso resalta aspectos como limitar la parada en intersecciones en el servicio de transporte, por el hecho del exceso de intersecciones el tránsito transversal genera la concentración y desviación en principales vías cruzantes que ocasiona mayor tiempo de recorrido, el cruce de peatones será dificultoso lo que provocara la implantación de pasos peatonales elevados además de todo causa un impacto en el movimiento comercial de las vías involucradas, el siguiente punto a analizar es el de las expropiaciones que por características de la ciudad la situación se puede agravar o facilitar, es así que en este

caso se podría presentar algún inconveniente pues para alcanzar una mayor capacidad se necesita un ancho de vía más amplio de lo normal y en ocasiones eso acarrea una serie de problemas urbanísticos de preservación y altos costo de expropiación, finalmente hay que tomar en cuenta el impacto de los desvíos de tránsito que influye directamente en la congestión, capacidad y velocidad.

Es así que por las características mismas de este tipo de ciudad, los sistema de transporte que más se ajustan a las necesidades y requerimientos es el sistema LRT y BRT pues desde el punto de vista urbanístico ellos ofrecen mejores soluciones como una mayor accesibilidad y proximidad al público, versatilidad para usar estaciones tan simples como una parada de autobús hasta estaciones con varios servicios, perfecta integración a entorno urbano, mejorando la urbanización y el reordenamiento del entorno, lo que favorece la seguridad, el equipamiento y la estética urbana, a esto se adicionan los beneficios que proporciona la capacidad de estos 2 sistemas de tomar curvas cerradas y subir cuestas más empinadas que lo hace más baratos de construir además de sortear con mayor facilidad la urbe llena de intersecciones y demás particularidades de la ciudad de plano en cuadrícula en especial la movilización en diagonal causando el menor impacto posible.

Ciudad de plano lineal.

La ciudad de este tipo de plano como se pudo apreciar en sus generalidades y descripción no es muy complejo y presenta muchas ventajas en el ámbito del transporte por su misma concepción pues su forma impide la fijación de un núcleo o centro con lo que disminuye notablemente la congestión de otras grandes urbes,

además de presentar un tráfico que favorece a la fluidez del tránsito, que permite mejorar las condiciones del transporte y hacinamiento.

La formación de estas ciudades como se dijo anteriormente obedece el paso de una vía de importancia, razones topográficas como en las costas, al pie de laderas y en las márgenes de algunos ríos por lo que nuestro análisis dentro de los puntos urbanísticos a razonar como la barrera urbana favorece a la implantación de un sistema de transporte guiado, rápido y derecho de vía exclusivo ya que esta trama urbana se fundamenta en una arteria amplia y continua prestándose para una más fluida movilidad, al tener un camino principal las demás calles de menos importancia seguirán su dirección y distribución lo que viabilizará de mejor manera el tráfico si se aplica el sistema más idóneo pues concentrara el transporte en esa arteria pero obligara a tener un mayor orden y control, dentro de los beneficios que acarreará esta decisión será la mejora en los tiempos de recorrido, menor congestión vial, creación de cruces peatonales estratégicos y un impacto favorecedor al sector.

En este caso el tema a discutir las expropiaciones no producirían mayor inconveniente pues al contar con este tipo de distribución urbana alargada y a su vez amplia, no sería necesario las expropiaciones por ampliar los carriles eso no descarta la posibilidad de tener que hacerlo pero en menos extensión y causando menos problemas urbanos.

Por lo explicado con respecto a características de la ciudad de plano lineal el sistema de transporte más apto a establecer es el metro pesado que brinda mejores ventajas como ser construido de ser posible en superficie pero igualmente soterrado siguiendo una misma dirección lo que el metro aprovecha de esta distribución urbana alargada, su implantación también obedece al tamaño de la ciudad y la capacidad de pasajeros

a servir, además de los beneficios de rapidez, regularidad y seguridad en trayectos, menos contaminantes, creando nuevos espacios reurbanizados que propicien e impulsen el desarrollo estructural de la ciudad, de manera más organizada y eficiente.

Ciudad de plano radioconcéntrico.

Las ciudades de esta forma de plano presentan variedad de puntos a tomar en cuenta como la forma de sus calles estrechas, cortas y retorcidas propias de un crecimiento no planificado, poca visibilidad y difícil traslado en los cruces, entre las calles o avenidas circunvalantes y radioconcéntricas, lo que obliga a buscar un sistema de transporte que disminuya notablemente estas falencias en el transporte.

Algo a tomar en cuenta también es la fuerza de atracción o concentración que ejercen los espacios urbanos que centralizan la estructura de toda la ciudad. Esta focalización de la distribución urbana alrededor de un punto urbano tiene directa relación con su uso y su valor histórico lo que limita los posibles cambios a realizar por establecer un nuevo sistema de transporte.

Entrando ya en el análisis comparativo lo que tiene que ver con la barrera urbana por particularidades que presenta este tipo de urbe es beneficioso la implantación de un sistema de transporte que cause el menor impacto urbanístico posible, se ajuste a su topografía y se acople al tamaño de las vías. El principal problema es la comunicación entre puntos circunvalantes pues eso causa congestión y mayores tiempos de traslado, mientras que el transporte transversal o al centro de la ciudad es fácil por la disposición de sus calles igualmente dentro de este punto se tendrá que

hacer un ajuste y programación de los cruces, pasos peatonales y semáforos para optimizar la circulación del sistema. Las expropiaciones para este tipo de distribución urbana es un tema a tener en presente pues se trata de ciudades de gran valor histórico y urbanístico por lo que debe precautelar este patrimonio causando el mínimo impacto, de esta manera se escoge la opción que se adapte perfectamente y no requiera expropiar, una manera de conseguir esto es limitar el acceso a vehículos particulares a zonas de servicio del sistema de transporte, es así que el sistema de transporte más apto que reúne todas las propiedades para implantarse en este tipo de ciudad es el sistema LRT que reúne las condiciones necesarias para ser instaurado pues opera principalmente en vías de derechos exclusivos, pero a veces, si fuere necesario, se mezcla con el resto del tráfico en la ciudad, capacidad para tomar curvas y pendientes pronunciadas, opera en espacios reducidos adaptándose sin problemas a varias condicionantes pertenecientes a esta distribución de plano urbano.

Ciudad de plano irregular.

En este tipo de ciudad de plano irregular es recurrente el tema de los detalles de sus calles que presentan algunos inconvenientes, es una trama urbana poco favorecedora para el tránsito tanto a pie como en coche a causa de la ausencia de calles rectas y regulares que faciliten el desplazamiento, las comunicaciones son difíciles, muestran problemas para la vida urbana moderna y para la aplicación de los actuales sistemas de transporte.

Igualmente que en el caso anterior estas son ciudades de mucho valor histórico por lo que el objetivo es escoger la opción que genere menos dificultades en el movimiento

de la ciudad y se acople a las condiciones establecidas. El punto a analizar es la barrera urbana que en este caso es muy limitante y conflictivo, la movilización tanto a lo largo como a lo ancho de la ciudad de esta forma de ordenamiento presenta la misma complicación por la sinuosidad y estrechez de las calles, pero la aplicación de un sistema de transporte también condiciona de gran manera la organización y control de las intersecciones y cruces. De la misma forma habrá que estudiar muy bien las vías a ser afectadas para que brinden de manera óptima y eficiente el servicio.

El tema de las expropiaciones en ciudades de plano irregular está lleno de aspectos que restringen cambios y ampliaciones de vía por lo que desde el punto de vista urbanístico el sistema apto en este caso es el sistema BRT que brinda una servicialidad y proximidad al usuario en espacios reducidos, puede ser levantado totalmente o en forma evolutiva, lo que significa que la ciudad empieza a montar el sistema paulatinamente mediante la implementación gradual de etapas relativamente pequeñas pero de gran impacto y funcionalidad, además de ser sustentable y presentar la misma calidad de servicio en sectores de altos y bajos recursos, mientras el metro tiene una cobertura geográfica muy limitada, lejos de los barrios pobres de las grandes ciudades, el BRT tiene acceso a lugares que predominan en este tipo de plano urbano.

Ciudades dormitorio o residencial.

Las ciudades dormitorio pertenecientes a las ciudades por su función, se caracterizan por ser ciudades alejadas de las grandes urbes o estar ubicadas en la periferia, se muestra como un centro urbano de uso residencial netamente con una estructura

urbana simple y uniforme (monofuncional) de viviendas por lo general estandarizadas, escasos medios de transporte y de equipamientos, principalmente muestran problemas de congestión y lentitud en el tránsito en zonas situadas, debido al tráfico generado en las autopistas que la enlazan con la gran ciudad, la formación de estas ciudades obedecen a descongestionar las grandes metrópolis superpobladas, la necesidad de contar con nuevas soluciones de transporte masivo y un mejor servicio por la escasez y mal servicio del mismo. Hacen que se busque la mejor opción incentivando a la ciudadanía el uso de medios de transporte público eficiente que acorta distancias y tiempos para trasladarse.

En el caso del análisis comparativo desde el punto de vista urbanístico, al ser urbes de poca extensión el manejo e implantación de un sistema de transporte es más viable pues están mejor ordenadas, la barrera urbana no muestra mayor inconveniente lo mismo que las expropiaciones pues son ciudades nuevas y proyectadas que hacen factible la ejecución de un nuevo sistema de transporte masivo por todo lo visto el más idóneo en este caso es el metro pesado en superficie que brinda las ventajas necesarias y cuenta para su aplicación con espacio y orden precisos para un servicio eficiente.

Ciudades Industriales.

Al ser ciudades ya consolidadas que cuentan con un núcleo que es una estructura formada tuvieron que cambiar y regularse acorde a la función que desempeña por lo general adoptan formas regulares; se convierte en una ciudad de mayor orden y mejor distribución vial y de construcciones, igualmente las ampliaciones para

incorporar bloques industriales en las urbes obedecen en este caso a una mejor servicialidad, en lo que tiene que ver con el transporte fue necesario reformar el interior de las ciudades, con la ampliación de la anchura de las vías principales que permitiera una mayor fluidez del tráfico, la separación de las vías peatonales de las automovilísticas. Asimismo impulsar la construcción en altura, ligado estrechamente al espacio circundante, en fin crear una considerable red de arterias que conforman el territorio de la ciudad, tanto en el centro como en la nueva zona industrial periférica en expansión. Ya en el análisis comparativo para escoger la mejor opción para este tipo de ciudad, la barrera urbana aspecto a considerar no muestra mayores condicionantes para implementar un sistema de transporte masivo, las expropiaciones tampoco determinan limitaciones por lo que habiendo estudiado detenidamente las características y opciones de transporte el sistema a implantar es el metro pesado en superficie pues posee todas las ventajas para su instauración en una ciudad reformada con un fin industrial.

Ciudades Comerciales.

El caso de las ciudades comerciales se muestra dinamismo en su centro urbano, el foco de toda actividad comercial cotidiana giraba en torno a calles céntricas peatonales, desde donde se extiende al resto de las vías subyacentes. Las ciudades comerciales tienen barrios o calles específicos dedicados a la función comercial situados generalmente en el centro, en la actualidad, las medianas y grandes ciudades disponen también de grandes centros comerciales que debido al alto precio del suelo urbano y la búsqueda de estacionamiento para los usuarios hacen que los

hipermercados o grandes superficies comerciales se sitúen a las afueras de la ciudad, pero lugares bien comunicados con el centro para evitar problemas de circulación de vehículos. Por otra parte, las tiendas especializadas en productos definidos y de mayor valor, se suelen colocar en lugares céntricos de la ciudad. En general para el óptimo desempeño comercial es necesario contar con buenas vías de comunicación en forma de carreteras, ferrocarriles, puertos o aeropuertos, que la conecten con los centros receptores de productos. Comparando las alternativas y relacionándolas con los detalles de la ciudad hay una partición de aspectos donde existe movimiento comercial en el centro como en la nueva zona que afectan directamente al paisaje urbano por lo que el antiguo centro muestra facilidad para instaurar el sistema BRT para su servicio eficiente en las estrechas y sinuosas calles propias de esta zona, mientras que en el área reformada de las grandes superficies comerciales con cualidades de amplitud y optima distribución urbana se adapta mejor el sistema de metro pesado en superficie.

Ciudades Político-Administrativas.

En las denominadas ciudades político-administrativas la superficie destinada a esta función esta en concordancia a la categoría de la ciudad y a sus necesidades de organización y control. Tanto las zonas administrativas como de importancia política dentro de una ciudad agrupan a variedad de centros como edificios de organismos públicos, sedes de gobierno, parlamentos o instituciones estatales como edificios municipales, juzgados, ministerios, etc.

En la actualidad esta función urbana esta por lo general más dispersa al construirse edificios expresamente para estas actividades en sectores urbanos no coincidentes. Además ha permitido el crecimiento de las capitales estatales y regionales, ya que habitualmente, junto al poder político se suele instalar el poder económico. Como se dijo anteriormente en estas ciudades es recurrente que su actividad primordial se fija en el centro con algunas variantes de dispersión en la urbe por lo que se ajusta mejor el sistema BRT aplicable en sectores de reducida amplitud y poca accesibilidad, también de contar con las facilidades necesarias el sistema LRT presenta condiciones aptas para su aplicación especialmente su capacidad que tiene que atender la necesidad de muchos funcionarios que ahí laboran, más allá de los aspectos urbanísticos como la barrera urbana y las expropiaciones, este tipo de ciudad por su función necesita de un sistema de transporte puntual y ordenado que se adapte al movimiento urbano presente.

Ciudades Turístico-Culturales.

Variedad de factores se reúnen en este tipo de ciudades por su función existe presencia de edificaciones que contribuyen a la configuración de la ciudad como museos, salas de exposiciones, teatros y óperas, monumentos, edificios de valor histórico y artístico, así como también condiciones naturales que proporcionan las playas, lagos o ríos todos de alguna manera aportan con la distribución y crecimiento futuro.

Hay que tomar en cuenta que el crecimiento de las ciudades donde se localizan es debido a la atracción durante gran parte del año de una gran cantidad de población flotante.

Las actividades económicas que se desenvuelven se activan principalmente con visitas turísticas, congresos, festivales, etc. Además de ofrecer a los visitantes una amplia variedad de servicios como teatros, museos, cines, polideportivos, restaurantes, etc. Localizados generalmente en zonas de gran accesibilidad para comodidad de los visitantes.

Para el servicio de sus habitantes este tipo de ciudad no presenta inconvenientes de barrera urbana ni gran complejidad pues son por lo general de formación nueva y planificada con este fin, cuentan con una vía principal que abarca el movimiento como tal de la ciudad, por tal razón el sistema más versátil y apto es el BRT para transporte interno que se adapta con facilidad, por su fácil acceso y cercanía con el usuario mejora el tiempo de recorrido a más de brindar una congestión reducida y ordenada.

3.3 Influencia de la selección del sistema de transporte público de acuerdo al tipo o modelo de ciudad.

El sistema de transporte es básicamente un medio esencial para tener accesibilidad a bienes o servicios que las personas desean o necesitan, entendiendo por accesibilidad como una noción que indica la facilidad para cubrir la distancia que separa a los miembros de una comunidad de los lugares donde satisfacen sus necesidades.

Por tanto, el objetivo que se debe garantizar a las personas no sería tanto el de disponer de muchos medios de transporte, sino el de tener accesibilidad a los bienes o servicios de manera eficaz. Para este fin no vale solamente con la mejora y ampliación del sistema de transporte, hay que cuestionarse también el plano espacial o geográfico en el que se desenvuelven los habitantes, sus deseos y necesidades: el aumento de la accesibilidad solo puede lograrse con el incremento de la proximidad entre habitantes.

Es por esta razón que es muy importante y tiene gran influencia la decisión de escoger de manera comparativa un sistema de transporte. Desde esta visión integradora, la problemática de la movilidad no puede simplificarse a cuestiones técnicas pertenecientes en exclusiva al ámbito del transporte. Es necesario ampliar su ámbito de acción y reflexión a la organización de la producción y el consumo, a las formas de satisfacer todas las necesidades individuales y en general, a la organización socioeconómica.

Al momento de designar o puntualizar un sistema de transporte que se ajuste con mayor facilidad a un tipo de ciudad por su forma o función se logra con el análisis previo de sus aspectos y características particulares, donde se distinguen impactos relevantes que influyen como una posible reducción en la accesibilidad a los equipos y servicios que necesitan las personas. Esta situación afecta tanto a los residentes de altos ingresos como a quienes perciben escasos recursos, pues todos ellos podrían llegar a los destinos deseados si hubiese a su disposición una amplia oferta de servicios públicos. Otro es el que las personas se ven obligadas a recorrer grandes distancias a diario sólo para llegar a su lugar de trabajo y los largos trayectos provocan un considerable aumento en el costo del sistema de transporte público,

situación que deriva en el cobro de tarifas más altas. Como consecuencia, para quienes dependen del transporte público (la gran mayoría) estas condiciones pueden representar un costo muy elevado en tiempo y comodidad. Dicho problema se agrava debido a la precariedad del sistema vial en las áreas periféricas y a la baja calidad del transporte público. Otra consecuencia importante está relacionada con la falta de control en el uso y la ocupación del suelo en áreas más estructuradas de las ciudades, donde viven las personas de ingresos más altos con acceso a un automóvil. La falta de compatibilidad entre la densidad ocupacional del suelo y la creciente cantidad de viajes de los usuarios ha llevado a la constitución de áreas con gran cantidad de vehículos que, a su vez, causan elevados índices de congestión.

3.4 Obtención de resultados y correlaciones finales.

Una vez hecho el análisis, la mayoría de los tipos de ciudades se correlacionan o le corresponde de manera óptima un único sistema de trasportación masivo pero esto no quiere decir que sean la única opción pues hay urbes que muestran ventajas y gran facilidad para la implementación de cualquier sistema de transporte público o por lo menos más de uno, igualmente algunos de los medios de transporte publico funcionan como sistemas complementarios.

Como se dijo, todo lo expuesto referente al análisis, el estudio se fundamenta en el aspecto urbanístico por lo que los resultados obtenidos se inclinan más a un beneficio en el aprovechamiento del espacio urbano, nivel de servicio eficiente además del punto de vista técnico y económico complementario.

3.4.1 Elaboración de tabla de datos y resultados logrados por análisis.

TIPO DE CUIDAD	POR SU FORMA				POR SU FUNCION				
	EQUIRECTANGULAR	LINEAL	RADIOCONCENTRICO	IRREGULAR	DORMITORIO	INDUSTRIAL	COMERCIAL	POLITICO-ADMINISTRATIVA	TURISTICO-CULTURAL
SIST. TRANSPORT PUBLICO									
FERROCARRIL SUBURBANO O DE "CERCANIAS"		Es factible al existir una red ferroviaria anterior pues ofrece mayor capacidad, velocidad y confort			Igualmente al ser ciudades algo alejadas de la urbe es beneficioso su aplicación pero si existe una trama férrea previa				
METRO (METRO "PESADO" SUBTERRANEO O ELEVADO-HEAVY RAIL)		Perfecta adaptación a la forma alargada Aprovecha mejor el espacio urbano sin necesidad de expropiar. Mejora las condiciones de tráfico y disminuye la congestión Mayor control y orden en el tránsito			Cubre distancias considerables Aprovecha el espacio y la distribución previamente planificada Eficiente servicio aporta mayor orden, control y alta capacidad	Se adapta perfectamente a la nueva zona industrial Transporta gran cantidad de personas Funcionamiento simple y servicio puntual de fácil ajuste a horarios de industrias.			
METRO LIVIANO (LIGHT RAIL TRANSIST-LRT)	Aprovecha la distribución espacial Causa el menor impacto urbanístico Accesibilidad y proximidad con el usuario Fácil y rápida implantación del sistema como de sus estaciones		Ajuste al reducido ancho de las vías Mínima alteración urbana al ser ciudades de valor histórico-arquitectónico Mejora la ruta y el tiempo de traslado entre puntos distantes circunvalantes Programación inteligente de semáforos en cruces y pasos peatonales			Ofrece características parecidas a la del metro pesado pero a menos capacidad y requerimientos previos para su establecimiento.		Ofrece ventajas en estrechas y reducidas vías propias de este tipo de ciudad No presenta gran impacto en su aplicación en el centro y mejor aún ofrece ventajas ambientales y precisión Capacidad para sortear trayectos complejos sin causar impacto urbanístico	
OMNIBUS EXPRESO (BUS RAPID TRANSIT-BRT)	Ventajas similares a las del sistema LRT		También es aplicable y brinda las mismas características que el sistema LRT	Versatilidad en su funcionamiento y operación (derecho de vía variable) Servicialidad y proximidad al usuario en espacios reducidos e irregulares. Fácil acceso y capacidad para acoplarse a topografía de tipo irregular (curvas y pendientes empinadas)			Se acopla sin problemas a la geografía del centro de la urbe No requiere de varios cambios para su implantación ni mayor inversión Se ajusta al movimiento comercial sin necesidad de mucho espacio (tanto en el centro como en las nuevas áreas)	Presenta algunas limitaciones respecto al LRT pero posee así mismo aspectos muy parecidos que lo hacen conveniente para su instauración.	Al ser ciudades de mucho valor procura no afectar a edificios y lugares de interés estaciones de fácil instalación que no afectan en gran escala el espacio urbano accesibilidad óptima para el tráfico y servicio interno que abarca lugares estratégicos.



Mayor factibilidad para su aplicación desde el punto de vista urbanístico



Menores beneficios y menor facilidad de implantación

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

La rápida expansión de las urbes además del crecimiento poblacional acelerado del mundo actual hace que la necesidad de la gente por un servicio de transportación pública eficiente, que se ajuste a las necesidades y características propias de la ciudad sea imperiosa es así que se da paso a este estudio comparativo que aporta a una mejor proyección urbana y de transporte donde se pudo concluir los siguientes aspectos:

- En la división de ciudades por su función como por su forma existen casos que pueden pertenecer o coincidir dentro de dos más divisiones en común entre su forma y función como el caso de las ciudades de plano equirrectangular que también pueden pertenecer en ocasiones a ciudades dormitorio o industrial dependiendo de su planificación, también están las ciudades de plano radioconcéntrico o irregular que igualmente pueden estar entre ciudades comerciales antiguas, político-administrativas y turístico-culturales que por circunstancias o aspectos de su formación o evolución se acoplaron a más de un tipo de ciudad.

- Los sistemas BRT, LRT y HRT (metro convencional) deben ser vistos como medios complementarios de servicio. Es decir que todos y cada uno contribuyan a una movilidad optima, donde presenten sus mejores características en favor del usuario por lo que la selección depende de la demanda del corredor de transporte a servir además el ferrocarril suburbano es viable, en general, sólo allí donde preexiste una red ferroviaria nacional que penetra en el corazón de la ciudad. Para las ciudades o zonas metropolitanas donde no se cumple la condición anterior, es mucho más viable analizar otras alternativas.

- Para la implantación de nuevos sistemas de transportación publica, la propuesta técnica más inteligente y prometedora es la de concebir los corredores de BRT como precursores de futuros corredores de LRT/HRT. Esto permite cumplir con las demandas y necesidades de movilidad inmediatas además de ser flexible en las condiciones urbanas a corto plazo. En definitiva la conformación progresiva de una red de transporte bien entretejida es la mejor oferta de movilidad a largo plazo.

- De manera general resulta que el sistema BRT requiere de menores costos de inversión para una vida útil menor con mayores costos de operación además de un bajo o mediano impacto positivo sobre las externalidades. Que contrastan con el sistema LRT y HRT que necesitan de mayores costos de inversión, para una vida útil mayor con menores costos de operación muestra un excelente impacto positivo sobre las externalidades. Pero la ventaja del BRT frente a los sistemas

guiados esencialmente se basa en su menor costo de su infraestructura y material rodante.

- El BRT tiende a ser más apropiado para las ciudades pequeñas o de tamaño medio. Sus bajo costos laborales hace que sea preferible al LRT, el cual requiere más personal. Para volúmenes más elevados de pasajeros, el uso de viaductos o túneles en los centros urbanos de gran densidad y el servicio directo en las zonas peatonales hacen que normalmente el LRT sea superior al BRT. En fin el BRT y el LRT representan un nivel superior en las relaciones de costos de inversión/rendimiento.
- En el caso de la ciudad de Quito al revisar sus planos urbanos, su distribución y forma se ajusta a una ciudad de plano lineal con configuraciones regulares, en su inicio ortogonal por su origen colonial que se ha extendido principalmente por avenidas que ordenan la ciudad, lo que propicia la implantación de un sistema de metro pesado lo que causaría un impacto favorable al unir con mayor rapidez los puntos distantes de la urbe, igualmente en zonas céntricas y de espacios reducido ha sido acertada la decisión de establecer el sistema BRT fácilmente aplicable, lo que al final confirma el concepto de que los sistemas de transporte son complementarios y funcionan de mejor manera al trabajar juntos.
- Los sistemas LRT y HRT son elementos centrales del desarrollo económico urbano, de la mejora medioambiental y de la promoción de un ambiente urbano más centrado en las personas; “Calidad de vida”. Transportan altos volúmenes de usuarios conservando altos índices de calidad del servicio: seguridad,

regularidad, puntualidad, comodidad y economía. Además de ser herramienta adecuada para estructurar grandes ciudades permitiendo su densificación y facilitando la movilidad, con un óptimo uso energético y del suelo para su operación. Constituyen soluciones sostenibles para el transporte de pasajeros.

- En entornos urbanos, que requieren expropiaciones y donde las externalidades de congestión son muy importantes, los Metros se ubican ventajosamente frente a los sistemas LRT, el metro subterráneo resulta el modo más económico en las ciudades o corredores donde: No existen amplios espacios disponibles para la implantación de infraestructuras a nivel, el valor de la propiedad es alto, o existen importantes edificaciones de valor patrimonial a preservar, además las circulaciones viales y peatonales transversales son intensas.
- A más de que el BRT tiene una amplia ventaja económica sobre los Metros tanto elevados como subterráneos, destaca su factible implantación en las ciudades o corredores en donde: Hay amplios espacios subutilizados disponibles para implantar el BRT, la propiedad a expropiar es de bajo valor, es poco importante la circulación transversal, vehicular y peatonal.

4.2 Recomendaciones.

- La elección de un modo de transporte de acuerdo al tipo de ciudad no solo depende de todo lo expuesto pues juega un papel preponderante el tema de variabilidad de tamaño y la cantidad de habitantes de la ciudad; en varios

documentos consultados esta relación es primordial para el análisis, por lo que se recomienda tomarla en cuenta con el fin de conseguir una visión más clara y real del estudio.

- Los rangos considerados de parámetros técnico-operativos y de costos surgieron de un relevamiento bibliográfico. Por lo tanto se recomienda considerarlos sólo como referenciales para este tipo análisis, y deben revisarse más profundamente para su aplicación a un caso real o concreto incluyendo la afectación del ámbito urbano y las externalidades.
- Los sistemas férreos son frágiles frente a la competencia con otros modos de transporte por la inflexibilidad de sus redes y su elevado costo de inserción. Por esto se recomienda a las autoridades reguladoras del transporte urbano que presten especial atención a la debida integración de modos para potenciar el uso de las inversiones estatales más costosas y sacarle el mayor provecho posible en favor de la ciudad.
- Se recomienda generar redes de transporte eficientes y efectivas en las que el modo férreo o el de mayor capacidad seleccionado sea el eje estructurante canalizador de los mayores flujos de pasajeros, apoyados de un sistema integrado de transporte con modos de menor capacidad que permite ampliar la cobertura del modo más rígido y de mayor capacidad.

BIBLIOGRAFIA

- Aceves, Gustavo. *Forma y estructura de las ciudades*. Internet.
<http://www.arqhys.com/arquitectura/ciudades-forma.html>. Acceso: 18/02/2013.
- Agosta, Roberto. *Introducción al análisis de los sistemas de transporte*. Internet.
materias.fi.uba.ar/6807/contenidos/Notas%20Introduccion.pdf. Acceso: 18/02/2013.
- Aguilar, Inmaculada. *Transporte público: Interacciones en la H^a de la ciudad*. Internet.
inndeavalencia.com/wp-content/uploads/2012/05/11.pdf. Acceso: 19/02/2013.
- Alcántara, Eduardo. *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Internet.
omu.caf.com/media/14683/an%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf. Acceso: 19/02/2013.
- Amor, Francisco. *El plano lineal*. Internet.
franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-lineal.html. Acceso: 18/02/2013.
- Amor, Francisco. *El plano radiocéntrico*. Internet.
franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/plano-radiocentrico.html. Acceso: 18/02/2013.
- Amor, Francisco. *El plano irregular*. Internet.
franciskopolismagna.blogspot.com/2012/03/el-plano-irregular.html. Acceso: 18/02/2013.
- Anuario del ferrocarril 2010. *Material rodante*. Internet. www.vialibreffe.com/pdf/06Anuario2010_MR06.pdf. Acceso: 19/02/2013.
- Anzano, Javier. *El proceso de urbanización en el mundo. El sistema urbano. Tipos de urbanismo. Repercusiones ambientales y económicas*. Internet.
clio.rediris.es/n36/oposicones/tema09.pdf. Acceso: 18/02/2013.
- Asesoría de comunicación Metrovía. *Metrovía – Guayaquil – Ecuador*. Internet.
www.sibrtonline.org/plenarios/26. Acceso: 19/02/2013.
- Asesoría de comunicación Metrobus Q. *Metrobus Q – Quito – Ecuador*. Internet.
www.sibrtonline.org/plenarios/24. Acceso: 19/02/2013.

Banet, Teresa. *La ciudad dormitorio*. Internet. tbanet.wordpress.com/2008/06/09/la-ciudad-dormitorio/. Acceso: 18/02/2013.

Blana, Evi. *Transporte y usos del suelo*. Internet. www.eu-portal.net/material/downloadarea/kt9a_wm_es.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Brandy, Diego. *Estudio sobre transporte urbano*. Internet. www.cinea.org.ar/estudios/Informe%20Transporte.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Buzo, Isaac. *Comentario del plano urbano*. Internet. www.slideshare.net/isaacbuzo/ciudad. Acceso: 18/02/2013.

Cando, Eduardo. *Sistemas integrados de transporte en Quito*. Internet. www.quitoadventure.com/espanol/informacion-ecuador/transporte-ecuador/quito/quito-transporte-integrado.html. Acceso: 19/02/2013.

Castro, Pedro. *¿Qué es una ciudad?* Internet. [www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(010\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(010).htm). Acceso: 18/02/2013.

Cercanías Renfe. *Civia tecnología y diseño*. Internet. www.valldignaaccessible.org/wp-content/uploads/2007/11/tren_civia.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Chueca, Fernando. *Breve historia del urbanismo*. Internet. www.monografias.com/trabajos6/geur/geur.shtml. Acceso: 18/02/2013.

Ciudades de hoy, ciudades del mañana. *¿Qué es una ciudad?* Internet. www.un.org/Pubs/CyberSchoolBus/spanish/cities/etoc.htm. Acceso: 18/02/2013.

Civitas. *Mejora de la calidad de los servicios de transporte público*. Internet. www.civitas-initiative.eu/docs1/CIVITAS_II_Policy_Advice_Notes_11_Public_Transport_Qualit_y_ES.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Colmenares, Igor. *Desarrollo sustentable y sostenible de sistemas de Transporte público urbano*. Internet. www.monografias.com/trabajos-pdf2/desarrollo-sistemas-transporte-publico-urbano/desarrollo-sistemas-transporte-publico-urbano.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Comisión de transportes. *Tranvitren y tren-tranvía hacia una mejora del aprovechamiento de las infraestructuras ferroviarias*. Internet.

www.ciccp.es/ImgWeb/Sede%20Nacional/5_EDIFICACION/TranvitrenT6.pdf.
Acceso: 19/02/2013.

Comunidad de Madrid. *Metro ligero: Una modalidad de transporte*. Internet.
www.metromadrid.es/es/conocenos/quienes_somos/Historia/ampliaciones/proyecto12.html. Acceso: 18/02/2013.

De Andrade, Rita. *Morfología Urbana*. Internet.
www.slideshare.net/copybird/morfologia-urbana-5945555. Acceso: 18/02/2013.

Definición abc. *Definición de ciudad*. Internet.
www.definicionabc.com/social/ciudad.php. Acceso: 18/02/2013.

Departamento Nacional de Planeación. *Sistemas estratégicos de transporte público*. Internet. www.ptt-andina.com/project/ptt/resumen/dateien_pdf/dnp_sistemas_estrategicos_de_transport_e_publico.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Desarrollo de proyectos urbanísticos y operaciones topográficas. *Ideas sobre urbanismo. Evolución. Tipos de ciudades. Sistemas. La ciudad del futuro*. Internet.
es.scribd.com/doc/22274246/IDEAS-SOBRE-URBANISMO-EVOLUCION-TIPOS-DE-CIUDADES-SISTEMAS-LA-CIUDAD-DEL-FUTURO. Acceso: 18/02/2013.

Duque-Escobar, Gonzalo. *Introducción a la Economía del transporte*. Internet.
www.galeon.com/economiaaytransportes/int-ecnm-transp.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Ecologistas en acción. *Los medios de transporte en la ciudad. Un análisis comparativo*. Internet.
www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_Cuaderno_2_Comparativa_medios.pdf.
Acceso: 19/02/2013.

Ecologistas en acción. *Guía divulgativa. Ventajas de los medios de transporte público y no motorizados*. Internet.
www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_Cuaderno_4_Ventajas_medios_publicos.pdf.
Acceso: 19/02/2013.

Elejalde, Tomás. *Modelos y alternativas en los sistemas masivos de transporte*. Internet.
www.metropol.gov.co/compartidos/docs/modelos_y_alternativas_en_los_sistemas_masivos_de_transporte.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Elejalde, Tomás. *Consideraciones técnicas para la selección de un modo de transporte*. Internet. www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf. Acceso: 19/02/2013.

El Tablero. *Tipos de planos urbanos*. Internet. ccss2-ieseltablero.blogspot.com/2010/10/el-plano-radiocentrico-es-un-tipo-de.html. Acceso: 18/02/2013.

Estrada, Rafael. *El metro*. Internet. [www.cps.unizar.es/~transp/Ferrocarriles/ANEXO\(El_metro\).html](http://www.cps.unizar.es/~transp/Ferrocarriles/ANEXO(El_metro).html). Acceso: 18/02/2013.

Estudiantes. Info. *La ciudad*. Internet. www.estudiantes.info/geografia/la-ciudad.htm. Acceso: 18/02/2013.

Factoría urbana. *Transportes y movilidad*. Internet. www.factoriaurbana.com/transportes/trenes.php?id=9. Acceso: 19/02/2013.

Fernández, Dolores y Movelli, Gemma. *El transporte en la ciudad*. Internet. www.ub.edu/geocrit/b3w-87.htm. Acceso: 19/02/2013.

Fernández, Rafael. *Revista ALAF Formato digital*. Internet. www.alaf.int.ar/?pag=revista&id=124. Acceso: 19/02/2013.

Ferrocarril suburbano. *Suburbano la vía rápida al bienestar*. Internet. http://www.fsuburbanos.com/pdf/la_empresa/presentacion_suburbano.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Fioravanti, Juarez. *Taller BRT*. Internet. nestlac.org/TallerBRT/VehiculosBRT_Fioravanti.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Flechas, Ana. *Movilidad y transporte: Un enfoque territorial*. Internet. es.scribd.com/doc/36218578/Movilidad-y-Transporte. Acceso: 18/02/2013.

Fundació Terra. *Perspectiva ambiental*. Internet. <http://es.scribd.com/doc/30411097/PERSPECTIVA-AMBIENTAL-TRENES>. Acceso: 19/02/2013.

García, Paco. *Geografía urbana*. Internet. [/html.rincondelvago.com/geografia-urbana_2.html](http://html.rincondelvago.com/geografia-urbana_2.html). Acceso: 18/02/2013.

González, Félix. *Geografía urbana*. Internet. es.scribd.com/doc/54943499/CONCEPTOS-DE-GEOGRAFIA-URBANA. Acceso: 18/02/2013.

González, Samuel. *Introducción al urbanismo*. Internet. es.scribd.com/doc/52985899/Urbanismo. Acceso: 18/02/2013.

Granados, Eduardo. *Patrones de Movilidad y tren suburbano*. Internet. www.flacsoandes.org/dspace/bitstream/10469/1181/1/01.%20Patrones%20de%20movilidad%20y%20tren%20suburbano.%20Eduardo%20Granados%20Garc%C3%ADa.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Hidalgo Darío y Carrigan Aileen. *Lecciones aprendidas de mejoras en sistemas de autobuses de Latinoamérica y Asia. Modernización del transporte público*. Internet. pdf.wri.org/modernizing_public_transportation_es.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Ideas e Historia. *Geografía urbana*. Internet. www.slideshare.net/Ideasehistoria/ciudad-y-urbanismo. Acceso: 18/02/2013.

IES Ciudad Jardín. *Tipos de plano urbano*. Internet. <http://www.ciudadjardin.org/departamentos/23-geografia/91-tipos-de-plano-urbano.html>. Acceso: 18/02/2013.

IES Fray Pedro de Urbina. *El espacio urbano*. Internet. www.iesfraypedro.com/files/sociales/espacio-urbano.pdf. Acceso: 18/02/2013.

ITDP. *Autobuses de transporte rápido*. Internet. mexico.itdp.org/wp-content/uploads/BRT_April2011v4.pdf. Acceso: 18/02/2013.

ITDP. *Guía de planificación de sistemas BRT. Autobuses de tránsito rápido*. Internet. [www.itdp.org/documents/BRT%20Guide%20Spanish%20\(Introduccion\).pdf](http://www.itdp.org/documents/BRT%20Guide%20Spanish%20(Introduccion).pdf). Acceso: 18/02/2013. Acceso: 18/02/2013.

Junta de Andalucía. *Un proyecto pleno*. Ventajas. Internet. www.metropolitanogranada.com/index.php?id=proyecto-ventajas. Acceso: 18/02/2013.

Kalipedia de Santillana. *El plano urbano*. Internet. www.kalipedia.com/geografia-general/tema/geografia-urbana/plano-urbano.html?x=20070417klpgeogra_82.Kes&ap=1. Acceso: 18/02/2013.

Kalipedia de Santillana. *La ciudad industrial*. Internet. uy.kalipedia.com/historia-universal/tema/edad-contemporanea/ciudad-industrial.html?x=20070717klphisuni_238. Kes. Acceso: 18/02/2013.

La Guía. *La ciudad y la geografía urbana*. Internet. geografia.laguia2000.com/geografia-urbana/la-ciudad-y-la-geografia-urbana. Acceso: 18/02/2013.

Landa, Horacio. *Terminología de urbanismo (Ciudad)*. Internet. www.hical.org/glosario_definicion.cfm?id_entrada=9 Acceso: 18/02/2013.

Lara, José. *Proceso de urbanización y jerarquía de ciudades en España*. Internet. www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_18/JOSE_LARA_GALISTEO02.pdf Acceso: 18/02/2013.

Larenas, Freddy. *Sistema de transporte masivo de Quito*. Internet. www.utpl.edu.ec/congresotransporte/images/stories/pdf/transporte_masivo.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Lijó, Breogán. *Autobús de tránsito rápido*. Internet. www.hablandodeciencia.com/articulos/2011/09/14/autobus-de-transito-rapido-2/. Acceso: 18/02/2013.

López, Miguel. *Fenómeno urbano*. Internet. http://html.rincondelvago.com/ciudades_1.html. Acceso: 18/02/2013.

Martinez, Felix. *Características BRT*. Internet. upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8441/2/01.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Matta, Gabriela. *La ciudad concepto y definiciones*. Internet. www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=ciudad%20concepto&source=web&cd=8&sqi=2&ved=0CGQQFjAH&url=http%3A%2F%2Ftrumbull.files.wordpress.com%2F2009%2F04%2F1a-ciudad-concepto.doc&ei=p78OUJ6GOcfS6gHu9IHYDA&usg=AFQjCNFinvoIlp5dPelGa-8X0JWpG-5CfQ. Acceso: 18/02/2013.

Mendoza, Juan. *La morfología de la ciudad: tipos de planos urbanos*. Internet. juanmigeo.files.wordpress.com/2008/02/planos-urbanos.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Metros ligeros de Madrid. *Ventajas del metro ligero*. Internet. www.melimadrid.es/ventajas.asp. Acceso: 18/02/2013.

Ministerio de obras públicas y comunicaciones – Paraguay. *Sistema de transporte público masivo integrado BRT*. Internet. <http://www.mopc.gov.py/mopcweb/pdf/brt-bid.pdf>. Acceso: 18/02/2013.

Molinero, Ángel y Sánchez, Ignacio. *Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. Toluca, Estado de México, UAEM, 1^{era} Reimpresión, Enero 2005.

Monclús, Francisco. *Modelos urbanísticos y cultura de las ciudades*. Internet. www.etsav.upc.edu/urbpersp/num02/cir02-1.htm. Acceso: 18/02/2013.

Montejano, Jorge. *Consideraciones sobre la posibilidad de la implantación de un sistema de transporte masivo ligero en el centro de la ZMVN*. Internet. ciudadanosenred.com.mx/htm/areas/5/tranvia.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Muñoz Delgado, María Concepción. *Planos urbanos*. Internet. www.geotercero.50webs.com/planos%20urbanos.html. Acceso: 18/02/2013.

Naturaleza Educativa. *El fenómeno urbano*. Internet. www.natureduca.com/geog_hum_urban1.php. Acceso: 18/02/2013.

Naturaleza Educativa. *Función y zonificación urbana*. Internet. www.natureduca.com/geog_hum_urban11.php. Acceso: 18/02/2013.

Navarro, María del Carmen. *La ciudad como un espacio geográfico*. Internet. www.slideshare.net/aducesar/la-ciudad-como-un-espacio-geografico. Acceso: 18/02/2013.

Niches+. *Conceptos innovadores en materia de transporte urbano de la teoría a la práctica*. Internet. www.niches-transport.org/fileadmin/NICHESplus/Brochure5languages/21582_transportconcept_ES.pdf. Acceso: 19/02/2013.

Organización Editorial Mexicana. *Trenes suburbanos, transporte masivo de pasajeros*. Internet. www.oem.com.mx/esto/notas/n838115.htm. Acceso: 18/02/2013.

Ortega, Octavio. *La ciudad: tipos y evolución*. Internet. kerchak.com/la-ciudad-tipos-y-evolucion/. Acceso: 18/02/2013.

Pardo, Carlos. *Los cambios en los sistemas de integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América latina*. Internet. www.eclac.org/publicaciones/xml/1/35361/lcw229e.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Pavía, Miguel. *Estructura Urbana*. Internet. <http://es.scribd.com/doc/68028910/Estructura-Urbana-PDF>. Acceso: 18/02/2013.

Piacente, Javier. *Los nuevos sistemas de metro ligero son una solución sostenible y eficiente*. Internet. www.tendencias21.net/Los-nuevos-sistemas-de-metro-ligero-son-una-solucion-sostenible-y-eficiente_a11267.html. Acceso: 18/02/2013.

Pinto, Cristóbal. *Experiencia en la Acción COST TU-603 sobre Autobuses con Alto Nivel de Servicio (BHLS)*. Internet. www.transyt.upm.es/files/difusion/cursos_y_seminarios/jornada_tecnica_6_LPGC/Ses2-1.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Porto, Mateus. *Transporte público urbano*. Internet. habitat.aq.upm.es/temas/a-transporte-publico-urbano.html. Acceso: 18/02/2013.

Proyectar. *Autobús Volvo 7300 BRT articulado 2012*. Internet. www.proyectar.com.mx/volvo/7300_brt.htm. Acceso: 19/02/2013.

Quintana, Dayana. *Calidad de vida en las ciudades dormitorio*. Internet. ec.globedia.com/calidad-vida-ciudad-dormitorio. Acceso: 18/02/2013.

Recursos Académicos. *Tipos de planos urbanos*. Internet. www.recursosacademicos.net/web/2010/12/19/tipos-de-planos-urbanos/. Acceso: 18/02/2013.

Rey, Ana. *Geografía urbana*. Internet. www.slideshare.net/arelar/geografa-urbana-1051702. Acceso: 18/02/2013.

Rodríguez, Jahir. *El palimpsesto de la ciudad*. Internet. www.eumed.net/libros-gratis/2007a/229/19.htm. Acceso: 18/02/2013.

Rodríguez, Juan Carlos. *Planificación territorial y urbanismo. Pasado, presente y futuro del planeamiento urbanístico*. Internet.
www.geografia.us.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/PLANIFICACION_TERRITORIAL_Y_URBANISMO.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Rogat, Jorge. *Planificación e implementación de un sistema de Bus Rápido en América Latina: resumen orientado a tomadores de decisiones*. Internet.
www.unep.org/transport/PDFs/public_transport/BRT_Spanish.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Rubio, Natalia. *El servicio de transporte en Quito capital del Ecuador*. Internet.
www.gestiopolis.com/economia/modelo-de-servicio-de-transporte-de-quito-ecuador.htm. Acceso: 19/02/2013.

Ruiloba, Javier. *¿Qué es la ciudad?* Internet. www.redacoactfe.org/index.php/redac/redac-7/190-urbanistas-ique-es-la-ciudad. Acceso: 18/02/2013.

Sala de historia. *Funciones urbanas*. Internet.
www.saladehistoria.com/geo/Cont/C045.htm. Acceso: 18/02/2013.

Seguel, Franchesca. *Externalidades en el Transporte*. Internet.
www.buenastareas.com/ensayos/Externalidades-Del-Transporte/3288386.html. Acceso: 19/02/2013.

Silva, Liliana. *El impacto del transporte en el ordenamiento de la ciudad: el caso de Transmilenio en Bogotá*. Internet.
redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/357/35714236003.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Sobre conceptos. *Concepto de ciudad*. Internet. sobreconceptos.com/ciudad. Acceso: 18/02/2013.

Torres, Fran. *Trolebús, Tranvía, Metro Ligero y Metro (Pesado): Aprendiendo a llamar a las cosas*. Internet. ecomovilidad.net/granada/trolebus-tranvia-metro-ligero-pesado-diferencias/. Acceso: 18/02/2013.

Tren de cercanías Cundinamarca. *Ventajas*. Internet.
trendecercanias.gov.co/ventajas.html. Acceso: 18/02/2013.

Troitiño, Miguel. *Ciudades Históricas y Turismo sostenible*. Internet.
www.uned.es/fac-

turismo/56316/artipdf/nueva/07_Ciudades_historicas_y_turismo_sostenible.pdf.
Acceso: 18/02/2013.

Unión Internacional de Transporte Público. *El metro: una oportunidad para el desarrollo Sostenible en las grandes urbes*. Internet. www.uitp.org/mos/focus/metro-es.pdf.
Acceso: 18/02/2013.

Vargas, Fabricio. *El transporte: marco teórico y metodológico*. Internet. www.monografias.com/trabajos83/transporte-marco-teorico-y-metodologico/transporte-marco-teorico-y-metodologico.shtml. Acceso: 18/02/2013.

Velasco, Alexandra. *Posibilidades de desarrollo urbano a partir de un sistema de transporte público en bicicleta*. Internet. www.movere.ec/documentos/desarrollourbnoyBP.pdf. Acceso: 18/02/2013.

Venegas, Elisa. *Concepto de Ciudad*. Internet. es.scribd.com/doc/2918300/Concepto-de-ciudad. Acceso: 18/02/2013.

Vicedo, Mario. *El espacio urbano*. Internet. www.slideshare.net/mariomasero/t9-1-y-2-1-concepto-de-ciudad-y-2-proceso-de-urbanizacin. Acceso: 18/02/2013.

Wikipedia enciclopedia libre. *Autobús de tránsito rápido*. Internet. es.wikipedia.org/wiki/Autob%C3%BAs_de_tr%C3%A1nsito_r%C3%A1pido. Acceso: 18/02/2013.

Wikipedia la enciclopedia libre. *Estructura Urbana*. Internet. es.wikipedia.org/wiki/Estructura_urbana. Acceso: 18/02/2013.

Wikipedia enciclopedia libre. *Metro (sistema de transporte)*. Internet. [es.wikipedia.org/wiki/Metro_\(sistema_de_transporte\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_(sistema_de_transporte)). Acceso: 19/02/2013.

Wikipedia enciclopedia libre. *Transporte Público*. Internet. es.wikipedia.org/wiki/Transporte_p%C3%BAblico. Acceso: 18/02/2013.

Wikipedia enciclopedia libre. *Tren de cercanías*. Internet. es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_cercan%C3%ADas. Acceso: 18/02/2013.

Wikipedia enciclopedia libre. *Tren de ligero*. Internet. es.wikipedia.org/wiki/Tren_ligero. Acceso: 18/02/2013.

Wikiteka. *Conceptos*. Internet. www.wikiteka.com/apuntes/conceptos-1-3/. Acceso: 18/02/2013.

Xuletas. *Definiciones urbanismo*. Internet. www.xuletas.es/ficha/definiciones-urbanismo-1/. Acceso: 18/02/2013.

ANEXOS

ANEXO A.- TREN DE CERCANÍAS - FERROCARRIL SUBURBANO

DESCRIPCIÓN
<p>Tipo de vehículo: El Tren CIVIA es una unidad eléctrica para transporte rápido y masivo de viajeros en líneas de cercanías urbanas y suburbanas, con gran capacidad de transporte de viajeros y paradas frecuentes. Para ello se le ha dotado de una alta potencia específica permitiendo aceleraciones por encima de 1 m/seg^2, y adecuado dispositivos para accesos, tránsito y desalajo de pasaje. Sistema integrado de mando y control COSMOS (estándar TCN). Mejora del confort que incluye, entre otras: vídeo-información y atención al minusválido (puertas y rampas de acceso adaptadas, coche de piso bajo, etc.), exterior con testero aerodinámico, carenado de techo, faldones bajo bastidor, aspecto lateral continuo de luna corrida. Interiormente es un tren continuo, uniendo los coches mediante pasillo diáfano de intercurrencia. El Tren CIVIA está concebido como tren modular, formado por seis elementos básicos: Coches extremo con cabina: A1 y A2 Coche intermedio piso bajo: A3 Coche intermedio piso normal: A4 Bogie extremo remolque convencional: BER Bogie intermedio compartido motorizado: BCM Con estos elementos se constituyen hasta cuatro tipos de unidades de: 2, 3, 4 y 5 coches. <i>Bogies:</i> Los coches extremos del tren apoyan su extremo libre en un bogie extremo remolque (BER) y en el extremo opuesto sobre un bogie compartido motor (BCM) con el coche adyacente. Los coches intermedios apoyan en ambos extremos sobre bogies compartidos. Todos los bogies son de dos ejes, con ruedas enterizas templadas superficialmente en la rodadura. La suspensión primaria es de resortes de caucho y la secundaria neumática. Los bogies motores llevan dos motores de tracción asíncronos, suspendidos del bastidor, que accionan cada eje por medio de un acoplamiento y un reductor de simple etapa calado en el eje. El freno neumático de los bogies se aplica sobre discos montados en cada rueda.</p>
DATOS BÁSICOS
<ul style="list-style-type: none">• Alimentación (Vcc. catenaria): 3000• Altura de piso (mm): 1150• Altura de piso zona baja: 758• Altura máxima (mm): 4260• Ancho de vía (mm): 1668

<ul style="list-style-type: none"> • Anchura exterior en cintura (mm): 2940 • Composición: 2 a 5 coches • Diámetro de ruedas (mm): 890 • Distancia entre centro de bogie (mm): 17400/17750 • Estructura de caja: Aluminio • Longitud coche intermedio entre testeros (mm): 17350 • Longitud entre testeros coche cabina (mm):: 22000 • Longitud entre topes (mm): 80300 (4 coches) • Paso libre puertas (mm): 1300 • Peso total (toneladas): 131,5 (4 coches) • Puertas por costado y coche: 2 • Unidad mínima de tren: 2 coches • Unión entre coches: Rótula
<p>PRESTACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceleración arranque (m/s²): 1,1 • Aceleración de 0-100 Km/h (m/s²): 0,7 • Aceleración servicio (m/s²): 1 • Deceleración emergencia (m/s²): 1,3 • Deceleración media a 120 Km/h (m/s²): 1,1 • Deceleración servicio (m/s²): 1,1 • Plazas de pie por tren (6p/m²): 288/438/579/720 • Plazas sentadas por unidad de tren: 126/169/223/277 • Potencia para auxiliares (KW): 320 • Potencia total de tracción (kW): 2200 • Velocidad máxima (Km/h): 120 • Zona específica para la ubicación de bicicletas: -
<p>EQUIPAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accionamiento eléctrico • Aire acondicionado • Aire acondicionado de salón • Aire acondicionado en cabina • Aire acondicionado en sala de viajeros • Alumbrado • Antipatinaje-Antideslizamiento • Anuncio automático de estaciones y gráficos de línea activos • Anuncio previo de estaciones • Anuncios a los pasajeros • Arenero • Baterías: 2 x 140 A.h • Central de registro de incidencias • Enganches automáticos • Equipo de video en color • Equipo eléctrico de potencia a IGBTs • Equipo móvil de radiotelefonía para comunicación tren-tierra • Espacio disponible para bicicletas • Espacio disponible para dos sillas de ruedas • Hombre muerto

- Indicador de destino frontal y laterales (uno en cada costado) en exterior
- Información de pasajeros
- Mecanismo eléctrico de puertas
- Megafonía y música ambiental con compact-disc
- Pasillo diáfano de comunicación entre coches
- Plazas PMR (inválidos), Sistema ASFA.

Nota: Fuente. Internet

[http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=desc.](http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=desc)

[http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=datos.](http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=datos)

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=prest>

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=3&id=560&sec=equip>

Muy mexicano

El Suburbano del Valle de México, que correrá de Buenavista a Cuautitlán, comenzará a operar con 20 trenes de 3 vagones cada uno.

Características

Tipo de tren: Eléctrico
Modelo: 447 Rente
Alimentación: Catenaria
Anchura de vía: 1.6 metros
Carros por tren: 3
Peso de cajas: 37.5 toneladas
Peso máximo: 75.8 toneladas
Peso de bogies: 21 toneladas
Carga máxima: 17.3 toneladas

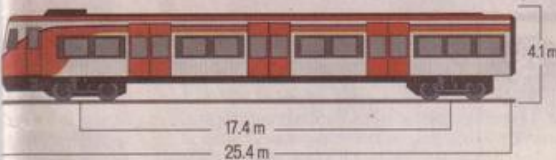


El tren

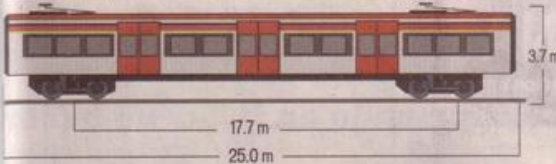
Transporte rápido y masivo de viajeros en líneas con distancias cortas entre estaciones. Es de acero con soldadura de cobre, perfiles de aluminio soldados entre sí, estructuras anticollisión y parabrisas blindado.

Dimensiones

Coche motor



Coche-remolque



Interiores

El diseño busca dar confort a los pasajeros sentados y gran movilidad para los que viajan de pie.

Equipamiento: Área para silla de ruedas
Información visual y acústica de arriba a estaciones.



Especificaciones

Velocidad máxima: 130 km/hora
Velocidad comercial: 60 km/hora
Potencia total:

Los convoyes

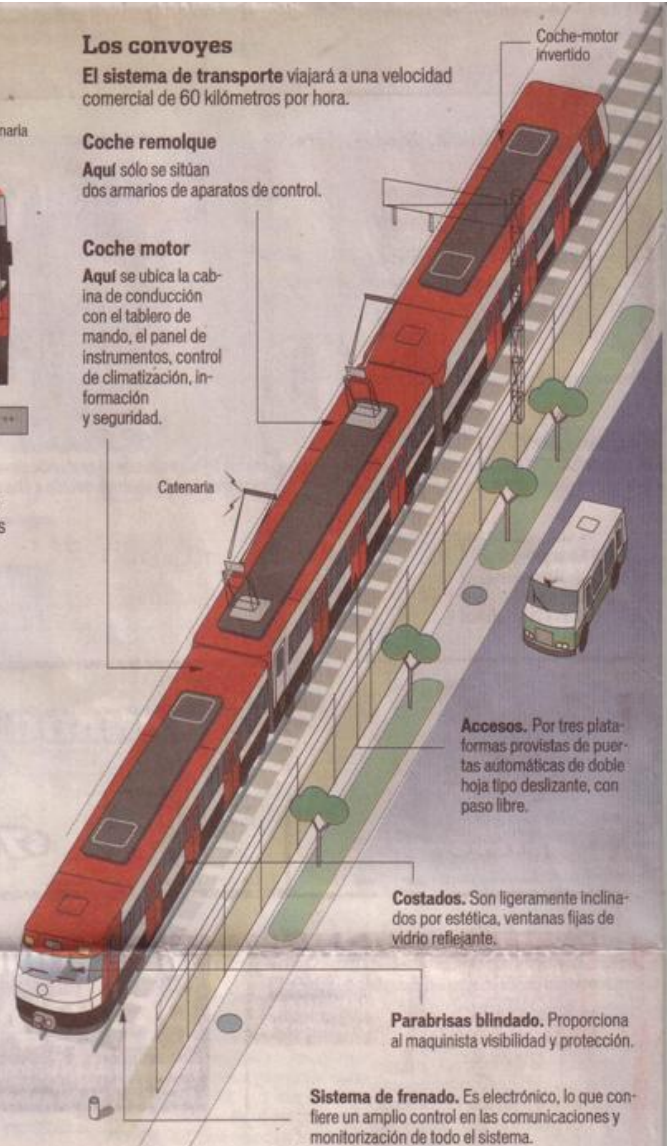
El sistema de transporte viajará a una velocidad comercial de 60 kilómetros por hora.

Coche remolque

Aquí solo se sitúan dos armarios de aparatos de control.

Coche motor

Aquí se ubica la cabina de conducción con el tablero de mando, el panel de instrumentos, control de climatización, información y seguridad.



Accesos. Por tres plataformas provistas de puertas automáticas de doble hoja tipo deslizante, con paso libre.

Costados. Son ligeramente inclinados por estética, ventanas fijas de vidrio reflejante.

Parabrisas blindado. Proporciona al maquinista visibilidad y protección.

Sistema de frenado. Es electrónico, lo que confiere un amplio control en las comunicaciones y monitorización de todo el sistema.

Capacidad

2 mil 19
pasajeros parados por tren

507
pasajeros sentados por tren



Teleindicadores. Informan al viajero de la estación de destino, asistiéndolo durante el recorrido con informa-



Sistema de climatización. Cuenta con dos unidades por coche lo que proporciona refrigera-



Los frenos de urgencia. Se aplican directo en el disco. Tienen la característica de

Nota: Fuente. Internet, <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=342204>

ANEXO B.- METRO PESADO (HRT)

DESCRIPCIÓN
Tipo de vehículo: Unidades de tren formadas por 9 coches (6 coches motores y 3 coches remolques), que también pueden trabajar en composición de 6 coches (4 coches motores y 2 remolques). Estructura autoportante en acero soldado, con dispositivos anticabalgamiento en todos los testeros. <i>Bogies:</i> Bogies de rodadura neumática con puente diferencial entre reductor y ruedas.
DATOS BÁSICOS
<ul style="list-style-type: none">• Alimentación (Kv,Hz): 750 V c.c.• Altura de piso zona baja: 1200• Altura máxima (mm): 3560• Ancho de vía (mm): 1993 mm (ejes de pistas de rodadura)1435 mm (ruedas de seguridad)• Anchura exterior (mm): 2495• Composición: M-R-N-N-PR-N-N-R-M• Estructura de caja: Acero al cobre• Longitud entre testeros (mm): 16895• Paso libre puertas (mm): 1300• Puertas por costado: 4
PRESTACIONES
<ul style="list-style-type: none">• Aceleración arranque (m/s²): 1,4• Deceleración emergencia (m/s²): 2• Deceleración servicio (m/s²): 1,8• Plazas de pie por coche: 120• Plazas de pie por coche (6p/m²): 1137• Plazas sentadas por coche: 36• Plazas sentadas por unidad de tren: 324• Total plazas: 1461• Velocidad máxima (Km/h): 80
EQUIPAMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Aire acondicionado en salón y cabina• Alumbrado• Equipamiento: Equipo de tracción con inversores VVVF con electrónica de potencia con IGBT, Equipo de producción de aire

Nota: Fuente. Internet

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=1&id=552&sec=desc>

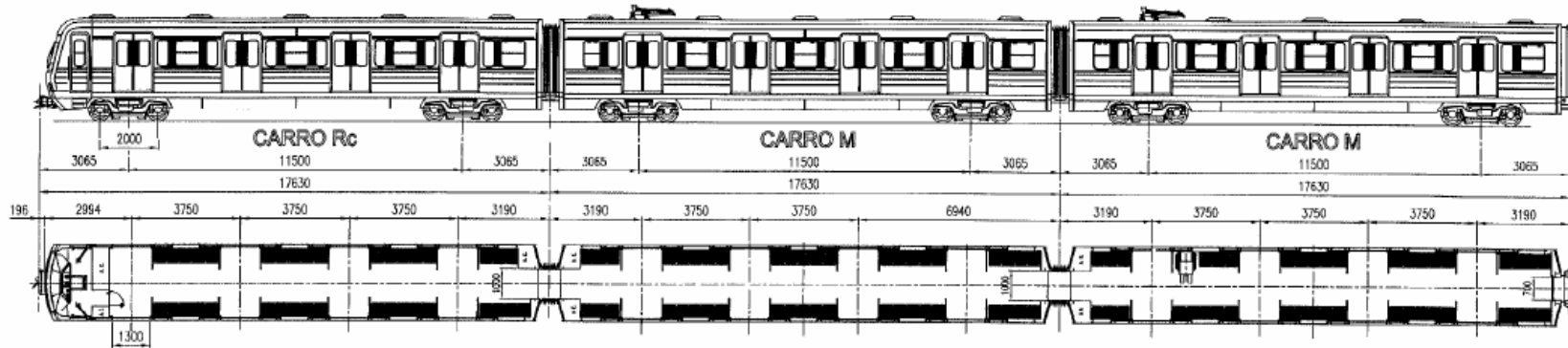
<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=1&id=552&sec=datos>

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=1&id=552&sec=prest>

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=1&id=552&sec=equip>



HRT Heavy Rail Transit



Capacidad de dos trenes acoplados

Coche	Area libre	De pie (6 pax/m ²)	Pasajeros sentados	Pasajeros totales
Rc	20,1	121	37	158
M	21,8	131	44	175

Capacidad total de un tren de 6 coches= 1.016 a 6 pax/m²

Nota: Fuente. Internet, http://www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf

ANEXO C.- METRO LIGERO (LRT)

DESCRIPCIÓN
<p>Tipo de vehículo: Metro ligero de Sevilla. Diseño, fabricación, test y entrega de 17 unidades de metro ligero en mayo 2006. Unidades bidireccionales constituidas por cinco cajas articuladas entre si apoyadas sobre tres bogies, caracterizándose por tener el acceso a una altura de 300 mm con respecto al carril. <i>Bogies:</i> Los bogies extremos son motores y el intermedio remolque. Los bogies motores disponen de cuatro motores, montados en sentido longitudinal, y enteramente suspendidos. Dotados de ruedas elásticas, suspensión primaria de caucho y secundaria de muelles helicoidales.</p>
DATOS BÁSICOS
<ul style="list-style-type: none">• Alimentación (Vcc. catenaria): 750• Altura de piso (mm): 350• Altura del vehículo (mm): 3390• Anchura exterior (mm): 2650• Composición: Cinco cajas articuladas apoyadas sobre tres bogies• Estructura de caja: Acero inoxidable ferrítico en costados y cubierta y acero corten en bastidor• Longitud entre testeros (mm): 31260• Paso libre puertas (mm): 1300/800• Puertas por costado: 6
PRESTACIONES
<ul style="list-style-type: none">• Aceleración arranque (m/s²): 1.2• Plazas de pie por coche: 221• Plazas sentadas por unidad de tren: 54• Potencia total (kw): 560• Total plazas: 275• Velocidad máxima (Km/h): 70
EQUIPAMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Aire acondicionado: departamento• Aire acondicionado en cabina• Anunciador de estaciones: óptico y acústico• ATP• Radio: Tetra• Registrador de eventos (OTMR), Sistema de control y supervisión.

Nota: Fuente. Internet

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?id=561&cod=4&sec=desc>

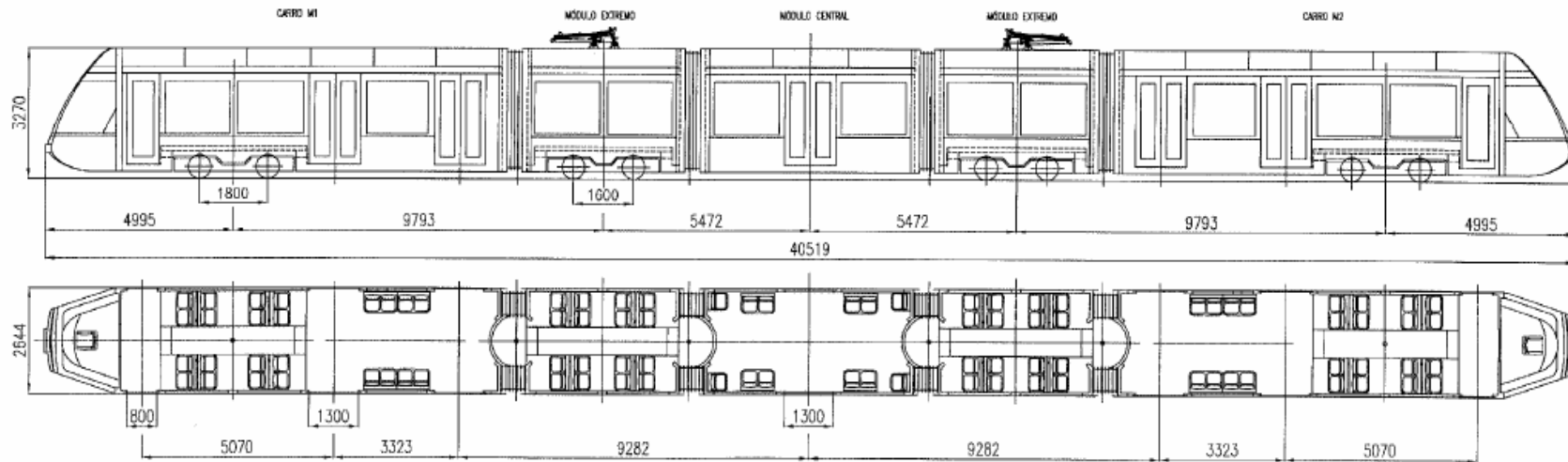
<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=4&id=561&sec=datos>

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=4&id=561&sec=prest>

<http://www.caf.es/caste/productos/proyecto.php?cod=4&id=561&sec=equip>



LRT Light Rail Transit



CITADIS 40 STS = 380 PASSEIROS COM 6 PAS./m²

Área Libre	De pie (6p/m ²)	Pasajeros sentados	Pasajeros Totales
	288	92	380

Nota: Fuente. Internet, http://www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf

ANEXO D.- Autobús Volvo 7300 BRT articulado 2012

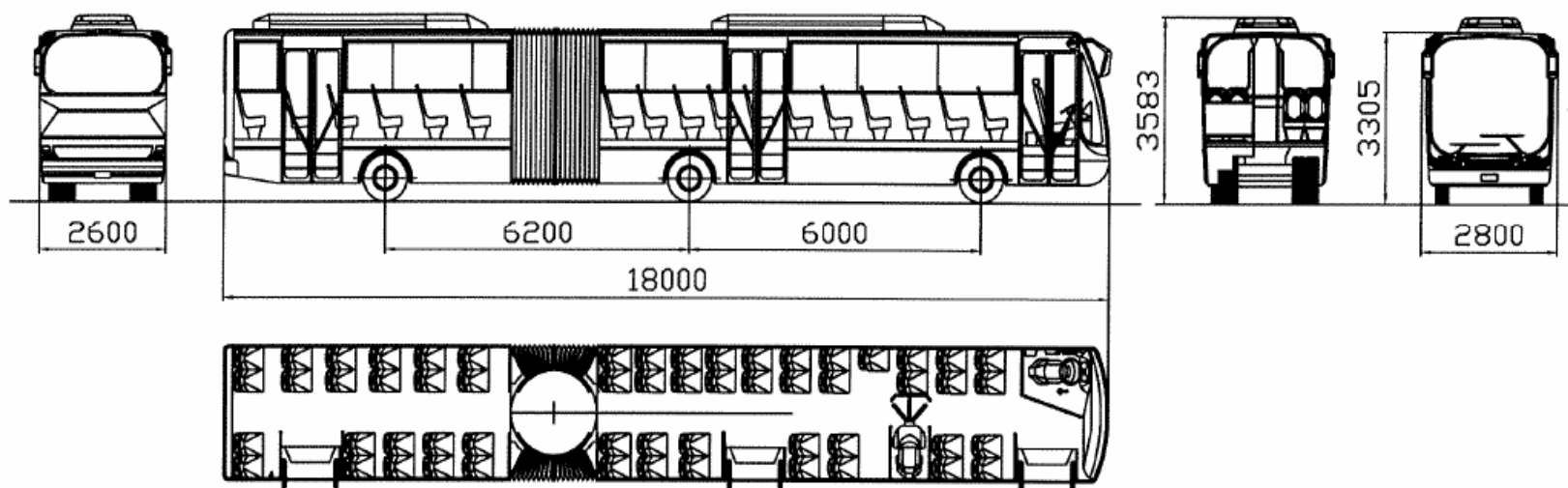
CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Chasis en acero de alta resistencia con protección anticorrosiva
- Capacidad eje delantero 7,500 kg
- Capacidad eje tracción 12,000 kg
- Capacidad eje trasero 10,500 kg
- Motor Volvo DH12E de 6 cilindros en línea
- Posición horizontal central
- Potencia 340 hp @ 1,400-1,800 rpm y torque 1,254 lb-ft @ 950-1,400 rpm
- Con turboalimentación e inyección electrónica de combustible de riel común
- Radiador en toldo
- Post-enfriador con entradas de aire en ambos lados
- Separador de combustible y agua con calentador eléctrico
- 2 tanques de combustible de 300 litros con toma en ambos lados
- Cumple norma Euro V con Reducción Catalítica Selectiva (RCS)
- El sistema eléctrico Multiplex utiliza arneses simplificados y menos pesados
- Motor, sistema eléctrico, transmisión, frenos, suspensión y dirección, estructura y carrocería reportan estatus a la computadora central en tiempo real
- Frenos de disco de en todas las 4 ruedas
- Sistema de antibloqueo (ABS) y antiderrape (ASR)
- Frenos coordinados con retardador primario integrado a la transmisión
- Frenos con sensor de desgaste y temperatura
- Llantas Michelin® 295/80 R22.5 y rines de acero de 22.5 x 8.25"
- Transmisión automática ZF Ecomat de de 6 velocidades con retardador incorporado
- Opción de sistema adaptativo de topografía TopoDyn Life
- Suspensión neumática con sistema de monitoreo electrónico y función de autonivelación
- Dirección hidráulica ZF8098 tipo telescópica, regulable en ángulo y altura. Amortiguador en dirección
- Ejes rígidos con bolsas de aire, amortiguadores y barras estabilizadoras
- Estructura del autobús en perfil rectangular con estructura de acero con tratamiento anticorrosivo. Altura para plataforma de 1 m, opción de 0.9 m
- Laminación en acero galvanizado, aluminio y fibra de vidrio en techo, frente y parte trasera
- Parabrisas de dos piezas y diseño panorámico
- Ventanillas laterales y medallón trasero en cristal templado
- Sección corrediza en cristal claro con marco de aluminio en los costados
- Opción de medallón trasero
- 2 salidas de emergencia por vagón
- 2 ventiladores por vagón
- 2 extractores por vagón
- Piso de triplay revestido de linoleum
- Mampara tubular con acrílico transparente detrás de operador
- 1 extinguidor por vagón
- Iluminación interior independiente
- Espacio para silla de ruedas con cinturón de seguridad
- Ventanillas de emergencia
- Letreros de ruta frontal y lateral en LED
- Opción de letrero trasero en LED
- Opción de letreros interiores
- Opción de voceo al interior
- **Iluminación exterior:**
 - Faros delanteros halógeno en luces altas; halógeno de penetración en luces bajas
 - Focos direccionales delanteros y traseros incandescentes; opción en LED direccionales traseras
 - Navegación LED
 - Cuartos traseros y stop incandescente, opción en LED
 - Reversa incandescente
 - Cíclope en LED
 - Opción de torreta delantera y trasera; opción en LED
- **Iluminación interior:**
 - Tubo fluorescente; opción en LED
 - Luz incandescente por cada puerta de servicio; opción en LED
- Tablero de control de elementos de tren motriz (Multiplex), con despliegue de mensajes
- Tablero de satélites dotado de paneles laterales ajustables con columna de dirección
- Asiento de operador de suspensión mecánica con cinturón de seguridad de 3 puntos
- **Equipo opcional para el autobús:**
 - Sistema de ayuda a la explotación ITS4mobility
 - Alarma de contraflujo
 - Porta-anuncios en dovelas
 - Audio y video

Nota: Fuente. Internet http://www.proyectar.com.mx/volvo/7300_brt.htm#specs



BRT Bus Rapid Transit



BUS TIPO PADRON ARTICULADO

Capacidad del bus			
Área libre	De pie (6 P/m ²)	Pasajeros sentados	Pasajeros totales
10,56	64	57	121

Nota: Fuente. Internet, http://www.alamys.org/Documentos/asamb_xix_medellin/metro.pdf