



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

Evaluación de estrategias de movilidad sostenibles para la  
implementación de sistemas integrados de transporte masivo en  
América Latina y el Caribe.

**John Faber Ibarra Bedoya**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Ingeniería, Departamento de Antioquia  
(Escuela Ambiental)**

**Ciudad de Medellín, Colombia**

**Año 2020**



Evaluación de estrategias de movilidad sostenibles para la implementación de sistemas integrados de transporte masivo en América Latina y el Caribe.

**John Faber Ibarra Bedoya**

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de **Especialista en Gestión ambiental**

Asesor (a):

Natalia Da Silveira Arruda.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental

Ciudad de Medellín, Colombia

Año 2020.

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
2. Objetivos.....	6
2.1. Objetivo general.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. Metodología.....	7
4. Algunos conceptos de la movilidad y sistemas integrados de transporte masivo. ....	8
4.1 ¿Qué es sostenibilidad?.....	8
4.2 ¿Qué es movilidad sostenible?.....	9
4.3 ¿Qué es una estrategia de movilidad y que tipos de estrategias de movilidad existen?. 10	
4.4 ¿Qué criterios hacen parte del componente de sostenibilidad ambiental desde la movilidad sostenible?.....	12
4.5 ¿Qué criterios hacen parte del componente sostenibilidad social desde la movilidad sostenible?.....	13
4.6 ¿Qué criterios hacen parte del componente sostenibilidad económica desde la movilidad sostenible?.....	14
4.7 ¿Qué es un sistema integrado de transporte masivo?.....	15
4.8 ¿Qué son los planes de movilidad, como se conciben, como se implementan? .....	16
5. Casos de sistemas integrados de transporte masivos en América Latina en América Latina y el Caribe.....	18
6. Casos exitosos y fracasos en los sistemas integrados de transporte masivo en América Latina y el Caribe según los componentes de la movilidad sostenible.....	26
6.1 Componente de sostenibilidad ambiental.....	26
6.2 Componente de sostenibilidad social. ....	29
6.3 Componente de sostenibilidad económica. ....	32
7. Conclusiones.....	35
8. Anexo: .....	38
9. Referencias bibliográficas. ....	42

**Lista de tablas.**

Grafica 1. Evolución de la tasa de motorización .....	4
Grafica 2. Desarrollo de metodología de investigación Cualitativa. ....	8
Grafica 3. Demanda de energía de acuerdo con el tipo de fuente.....	13

## GLOSARIO

- ✓ **Bus Rapid Transit (BRT):** conocidos como Metrobús o sistema de transporte masivo en buses, siendo un bus biarticulado o articulado doble que permiten mayor capacidad de usuarios y menos cantidad de vehículos
- ✓ **Trenes:** Sistemas de Trenes ferroviarios de alta capacidad, es bidireccional, guiado sobre una vía férrea ya sea a nivel o viaducto, compuesto por una serie de vagones o coches acoplados entre si utilizado para el transporte de personas
- ✓ **Tranvía:** Sistema de transporte de pasajeros que circula guiado por rieles y soportado con neumáticos, con carriles exclusivos y circula por la superficie en áreas urbanas, su sistema de tracción es eléctrica.
- ✓ **Monorriel:** Sistemas de Trenes ferroviarios de baja capacidad, bidireccionales, que cuentan con vía propia ya sea subterránea, elevada en viaducto o terraplén, este vehículo ferroviario es guiado mediante un solo riel, su sistema de tracción es eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito
- ✓ **Tren Ligero:** Es un sistema de transporte ferroviario de trenes de mediana capacidad en el que se utiliza material rodante de características similares al del tranvía, pero opera con vía propia ya sea subterránea, con derecho de paso prioritario en los puntos de intersección en las zonas segregadas
- ✓ **Metro Cable (Teleférico):** Es un sistema de transporte aéreo mediante teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento de las cabinas por alturas.

## RESUMEN

El objetivo de la presente monografía es realizar la evaluación de estrategias de movilidad sostenibles para lograr la implementación de sistemas integrados de transporte masivo en América Latina y el Caribe, como una respuesta del Estado a solucionar las necesidades, problemas principales y carencias de movilidad en los diferentes territorios. Por tal razón, hace un aporte metodológico al realizar una revisión bibliográfica de las estrategias de movilidad sostenibles para la implementación de sistemas de transporte masivo en América Latina y el Caribe permitiendo identificar en el estado del arte los sistemas integrados de transportes masivos sostenibles, Verificando los elementos que promueven o limitan la implementación de los sistemas integrados de transporte masivos e identificar el cumplimiento de los criterios de los componentes de la movilidad sostenible (ambiental, Social y económico) permite determinar el éxito o fracaso de los sistemas integrados de transporte masivo. Para lograr estos resultados, se implementó la metodología de Investigación cualitativa, que de una forma multidisciplinaria permite acercarse al conocimiento de la realidad social mediante la recopilación de información y datos científicos, evidencias y antecedentes un tema en específico por medio del rastreo bibliográfico.

Los resultados de esta monografía buscan que se convierta en un insumo para la formulación de propuestas de estrategias asertivas de planeación para los programas y proyectos futuros de sistemas integrados de transporte masivos que integren los componentes de sostenibilidad ambiental, social y económica, para así, alcanzar una movilidad sostenible en los diferentes territorios de América Latina y el Caribe.

**Palabras clave:** Estrategias de movilidad sostenible, evaluación, América Latina y el Caribe, territorios, sistemas integrados de transporte masivo, criterios, componentes de movilidad sostenibles, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad social, sostenibilidad económica, éxito, fracaso, investigación cualitativa, rastreo bibliográfico

## ABSTRACT

The objective of this monograph is to evaluate sustainable mobility strategies to achieve the implementation of integrated mass transport systems in Latin America and the Caribbean, as a response by the State to solve the needs, main problems and deficiencies of mobility in the different territories. For this reason, it makes a methodological contribution by carrying out a bibliographic review of sustainable mobility strategies for the implementation of mass transport systems in Latin America and the Caribbean, allowing the identification of sustainable integrated mass transport systems in the state of the art. Verifying the elements that promote or limit the implementation of integrated mass transport systems and identifying compliance with the criteria of the components of sustainable mobility (environmental, social and economic) allows to determine the success or failure of integrated mass transport systems. To achieve these results, the qualitative research methodology was implemented, which in a multidisciplinary way allows to approach the knowledge of the social reality through the collection of information and scientific data, evidence and background on a specific topic through literature tracking.

The results of this monograph seek to become an input for the formulation of proposals for assertive planning strategies for future programs and projects of integrated mass transport systems that integrate the components of environmental, social and economic sustainability, in order to achieve sustainable mobility in the different territories of Latin America and the Caribbean.

**Keywords:** Sustainable mobility strategies, assessment, Latin America and the Caribbean, territories, integrated mass transport systems, criteria, components of sustainable mobility, environmental sustainability, social sustainability, economic sustainability, success, failure, qualitative research, literature tracking

## **1. Introducción.**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Según Fernández Durán (2011), el crecimiento desmesurado de las poblaciones urbanas partió de la revolución industrial, ésta dio paso al proceso de urbanización salvaje que se ha dado en las ciudades del mundo. Para comprender un poco mejor el crecimiento urbano, nos remitimos a los finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX donde empezaron a surgir en Europa y América del Norte grandes edificios que recibían el nombre de factorías.

Las factorías, son lugares donde los trabajadores manejan maquinas costosas y generalmente complicadas para producir bienes manufacturados, la creaciones de las factorías fue un punto de inflexión en la sociedad humana, porque la gente tuvo que empezar a salir de casa y realizar algunos desplazamiento para ganarse la vida. Esto cambio de forma radical la vida familiar y la forma en la que se desarrollaba la vida social, así como también se criaban los niños.(Fernández Durán, 2011).

Consigno conllevó, la necesidad de construir nuevas casas para los trabajadores cerca a las factorías, detonando así, que las ciudades crecieran aceleradamente al tiempo que descendía la población rural, de las 49 ciudades más pobladas del mundo 42 estaban en llamado primer mundo, y 7 de ellas pertenecientes al tercer mundo, de estas últimas 3 latinoamericanas.(Cobos, 2008). Por primera vez en la historia, la vida de grandes sectores de la producción empezó a regirse por el sonido de las sirenas y los relojes de las factorías con el fin de cumplir los planes de producción. Dicho lo anterior, la industrialización creó con las factorías un nuevo mundo difícilmente reconocible, más conocido como el mundo de las urbes modernas.(Fernández Durán, 2011).

Durante el siglo XIX, Cobos (2008) expresa que, la industrialización capitalista impulsó un intenso crecimiento de las ciudades de Europa y Norteamérica, como es el caso de Londres, empezó a prosperar generando consigo un musculo económico y una maquinaria financiera mucho más sólido que dominaron el escenario del mundo entonces. Esto desató un aumentó en el poder adquisitivo e incentivó la transformación del bum inmobiliario enfocado en la construcción de viviendas en series, de forma rápida y de bajos costos. Con este sistema la construcción de casas en masas podía despegar y subsanar las necesidades que demandabas del crecimiento urbanístico generada por las factorías, por otro lado, se convertía en un enemigo

de los ecosistemas y el medio ambiente, todo acreditado al rápido expansionismo, no obstante, este crecimiento no se detuvo ahí. (Cobos, 2008).

Fernández Durán (2011) y Cobos (2008) concuerdan que, en el siglo XX se ha dado un intenso crecimiento demográfico, la intensidad de la urbanización ocurrida en el mundo durante este siglo fue absolutamente sin precedentes en la historia de la humanidad. La población prácticamente se cuadruplicó en este periodo, pasando de 1.600 millones a 7.000 millones de habitantes. En otras palabras, los seres humanos tardaron más de 150.000 años en ser mil millones (en torno a 1830), y poco menos de doscientos años en añadir 6.000 millones más para el 2020.

Este crecimiento no hubiera sido posible, sin tener en cuenta un factor no menos importante como lo fue la explotación de los combustibles fósiles, y muy en concreto sin la utilización del petróleo, el cual, es la energía que fundamentalmente ha contribuido a incrementar la capacidad de carga sobre el territorio; garantizando el abastecimiento y el funcionamiento de un mundo en proceso acelerado de urbanización, después del crecimiento generado por la industrialización, principalmente, a través de la agricultura industrializada y el transporte motorizado.(Fernández Durán, 2011).

Dicho lo anterior, el crecimiento urbanístico de las ciudades y de la población urbana, han generado la necesidad de crear una infraestructura vial de la cual han dependido como medio para movilizarse. Sin embargo, la relación entre el crecimiento urbano de las ciudades y los modos desarrollados de transporte asociados a ellas de acuerdo con Fernández Durán (2011) son cuestionables, puesto que, ha desatado problemas ambientales, los cuales han sido aportantes de contaminantes para el medio ambiente. Visto de esta manera, las poblaciones urbanas han quedado inmersas en los problemas generados por la necesidad de infraestructura vial y sistemas de transporte. La falta de planeación del territorio en el siglo XIX y XX causó una falta de estructuración equilibrada en la formación de las ciudades y la articulación con los modos de transporte, en consecuencia con anterior, el crecimiento demográfico y ritmo desmedido de la urbanización ha impulsado a buscar soluciones para sus problemas de movilidad. Cobos (2008) enfatiza que, la urbanización de los países latinoamericanos y caribeños ha sido desigual con relación a las necesidades de transporte, este crecimiento desigual, ha producido múltiples formas urbanas que se combinan complejamente con los diferentes grados de desarrollo del territorio: surgimiento de comunidades dispersas, periferias, barrios, favelas, ciudades pequeñas y medianas, metrópolis, asentamientos humanos. Durante el siglo XX las formas de

crecimiento urbanas cambiaron sustancialmente en el mundo, la formación de las ciudades empezó a darse en territorios de poca accesibilidad a causa del proceso de la urbanización acelerada.

Como medida para resolver lo anterior mencionado, sobre el crecimiento demográfico y la urbanización acelerada, surgen las necesidades de diferentes modos de transporte, que a su vez, también incrementaron, debido a esto, las grandes ciudades en desarrollo del mundo y América latina y el Caribe han sufrido un crecimiento acelerado en el parque automotor. Esta creciente tasa de motorización en la diferentes ciudades de América latina y el Caribe han generado una alta y progresiva congestión vehicular, los cuales supera la capacidad de respuesta de la infraestructura de las vías públicas, a causa de esto, los tiempos empleados de viajes son generalmente alto, según CEPAL (2010) estos tiempos van en aumento y los destinos que en su momento fueron accesibles dentro del tiempo están disminuyendo, afectando negativamente los tiempos de transporte y la calidad de vida de las grandes urbes.

Pero, ¿cuál es la situación producto del aumento de la congestión y falta de capacidad para la movilidad?

Los problemas de movilidad parten de las débiles estrategias de movilidad implementadas en las grandes ciudades, para este caso América Latina y el Caribe, el atractivo que representa el vehículo particular para las personas como preferencia para movilizarse, ha generado un desbordante crecimiento, a tal punto que la infraestructura vial no está preparada para tal demanda. CEPAL (2010) afirma que En muchos casos este incremento del parque automotor en América Latina y el Caribe ha surgido como respuesta privada ante la ineficiencia del estado en proveer un transporte público que vaya que responda a las necesidades del crecimiento demográfico de las grandes urbes. Sumado a esto, es un sistema de movilidad no sostenible, dado que representa según AMVA-UPB, 2015 el 80% de las contaminaciones atmosféricas, aún más grave, su incremento desmesurado reduce cada día más los tiempos de recorrido lo cual genera mayores problemas ambientales, sociales y económicos.



*Grafica 1. Evolución de la tasa de motorización*

Fuente: tomado del documento de la CEPAL (CEPAL, 2010)

La CEPAL (2010) enfatiza que, América Latina y el Caribe posee por décadas un servicio ineficiente de transporte, es así, como los problemas de movilidad se caracterizan por altos tiempos de viaje a causa de la saturación de vías y falta de infraestructura vial, aumento en el consumo de energías proveniente de los combustibles fósiles y biomasa, inseguridad en los desplazamientos a causa de los altos índices de accidentalidad, degradación ambiental como resultado de las descargas a la atmósfera por el monóxido de carbono (CO) que representa el 78% del total de las emisiones que van a la atmósfera, óxidos de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), óxidos de azufre (SO<sub>3</sub>), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y material particulado 2,5 μm (PM<sub>2,5</sub>). (AMVA-UPB, 2015), baja capacidad de respuesta a la demanda poblacional, poca cobertura, acceso y conectividad para las necesidades de los diferentes territorios.

Kreuzer & Wilmsmeier (2014) aseveran que fue entonces hasta inicios del siglo XXI cuando los gobiernos de la Región asumieron que los problemas de la movilidad eran insostenibles y requerían una intervención inmediata directa o indirecta del estado en busca de una mejora. Es así como la planeación de la movilidad se ha convertido en un reto para América

Latina y el Caribe, en búsqueda de transformar los problemas de movilidad existentes en una intermodalidad de sistemas de transporte que estén enfocados en sistemas integrados de transporte masivos sostenibles, como propuesta asertiva a dar solución a los problemas antes en mención. Razón por la cual, esta propuesta de monografía busca evaluar las estrategias de movilidad sostenible existentes y sistemas integrados de transporte masivos sostenibles que brinden soluciones a los problemas de movilidad de América Latina y el Caribe, además, proponer recomendaciones que permitan la gestión de estrategias de movilidad de las instituciones competentes, para este caso los entes gubernamentales a nivel municipal competencia de las alcaldías, las áreas metropolitanas, departamental las gobernaciones, entidades públicas para impulsar el desarrollo regional como lo es el Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA) y nacionales el gobierno nacional.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Realizar una revisión bibliográfica de las estrategias de movilidad sostenibles para la implementación de sistemas de transporte masivo desde la planeación del territorio en América Latina y el Caribe.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar en el estado del arte los sistemas integrados de transportes masivos sostenibles implementados en América Latina y el Caribe.
- Verificar los elementos que promueven o limitan la implementación de los sistemas integrados de transporte masivos sostenible en América Latina y el Caribe.
- Enunciar los casos de éxito y fracasos de los sistemas integrados de transporte sostenibles en América Latina y el Caribe.

### 3. Metodología.

A partir de la de la necesidad de realizar una investigación que cuente con elementos de justificación de importancia, y más allá de realizar una recopilación de la información desde varios enfoques, en el diseño metodológico es necesario establecer cómo se va a realizar la investigación y que elementos son necesarios a tener en cuenta. Para ello es de gran trascendencia la aplicación del método de investigación cualitativa.

Investigación cualitativa: Es una forma multidisciplinaria de acercarse al conocimiento de la realidad social mediante la recopilación de información y datos científicos, evidencias y antecedentes un tema en específico por medio del rastreo bibliográfico (Taylor & Bogdan, 1987). Se puede señalar como el autor Omori et al., (2012) afirma que la metodología cualitativa se puede emplear para investigar cualquier fenómeno relacionado con la realidad social, entre ellos la salud y la enfermedad, lo social, lo económico, lo ambiental y el ordenamiento del territorio.

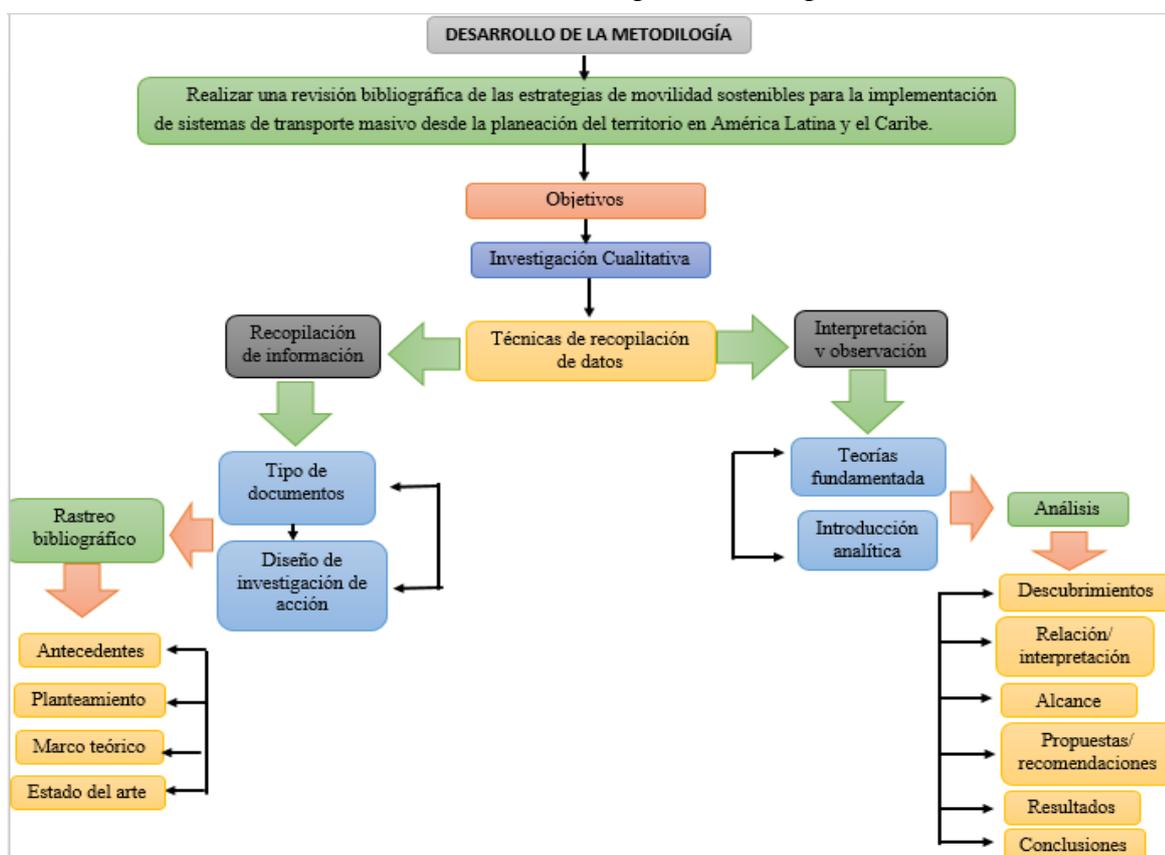
Omori et al., (2012) explica que dentro de las características de la investigación cualitativas podemos mencionar que esta investigación es inductiva, tiene una perspectiva holística lo que hace que considere el fenómeno de estudio como un todo, hace énfasis en la validez de la investigación a través de la aproximación que genera mediante el rastreo de información por artículos científicos, el método de recolección de datos no se especifica previamente y no suele ser susceptible a medición, la investigación es la naturaleza principal de su recursividad y así permite la evolución de la metodología. Cabe destacar que una de las principales características de la metodología cualitativa es su estrategia para tratar de conocer los hechos, la estructura y el proceso de cómo ha evolucionado el fenómeno en el que se enfoca la investigación, evitando la cuantificación y enfocándose en los rastreo científicos o de investigación, donde se narran los fenómenos que son estudiados mediante la técnica de observación. A diferencia de la metodología cuantitativa que se enfoca en examinar datos de manera numérica especialmente en el campo de la estadística donde se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. (Taylor & Bogdan, 1987)

De esta manera, se busca obtener a través de la información recopilada las experiencias y estrategias ya implementadas que hayan resultado como casos asertivos y cual han sido la clave del éxito, así como también, se busca lograr recolectar grandes fuentes de información científica de los cuales se logró extraer información que permita determinar los factores del porque las estrategias han sido asertivas y asimismo se logre evidenciar cuales han fracasado.

Para este caso en particular, se busca investigar mediante un rastreo bibliográfico de textos científicos cuales han sido las estrategias implementadas en materia de sistemas integrados de transporte masivas para alcanzar una movilidad sostenible en América Latina y el Caribe.

De igual manera, comprender cuales son los factores que impulsan o restringen a implementar los sistemas integrados de transporte masivo como una estrategia para lograr una movilidad sostenible. Finalmente, se busca identificar las limitantes que presentan estas estrategias al momento de formularse como propuesta de solución a los problemas de movilidad de los territorios.

#### Desarrollo de metodología de investigación cualitativa.



Grafica 2. Desarrollo de metodología de investigación Cualitativa.

Fuente: elaboración propia, partiendo de información (Taylor & Bogdan, 1987)

## 4. Algunos conceptos de la movilidad y sistemas integrados de transporte masivo.

### 4.1 ¿Qué es sostenibilidad?

De manera que, cuando hablamos de sostenibilidad enmarcada dentro de cualquier contexto, siempre se debe garantizar que las decisiones relacionadas ya sea sobre ordenamiento

urbanístico, de transporte, industrial, energético, económico se encuentren considerados estos tres componentes fundamentales como lo son: lo ambiental, lo social y económico en su respectivo orden de jerarquía. Los cuales facilitarían una evaluación global de su impacto, más conocido como un modelo de desarrollo sostenible.(Guzmán-García, 2011).

Debo agregar que, la sostenibilidad desde los 17 ODS (Objetivos de desarrollo sostenible) se concibe partiendo de la base que, los proyectos o intervenciones en un área del desarrollo o economía afectará el resultado directa o indirectamente de la otra, por ende, se busca diseñar soluciones integradas que permitan un desarrollo equilibrado entre la sostenibilidad del medio ambiente, lo social y lo económico; cabe resaltar que, están enfocados en los 17 objetivos que fueron construidos estratégicamente para generar un desarrollo sostenible partiendo de los países que son miembros de la Organización de las Naciones Unidas. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015).

#### **4.2 ¿Qué es movilidad sostenible?**

No podríamos hablar de estrategias de movilidad sin tener en cuenta que a finales del siglo XX se comenzó a hablar del concepto de movilidad sostenible, concibiéndolo como una manera de transformar o reinventar la movilidad de los territorios; teniendo en cuenta lo anterior, se ha evidenciado como se ha transformado la connotación de estrategias de movilidad a estrategias de movilidad sostenible, por lo tanto, es necesario ahondar más en el tema del ¿por qué hablamos de movilidad sostenible?

Como expresa Guillamón & Hoyos (2019) en su libro *Movilidad Sostenible*, básicamente es, la creciente relación jerarquizada entre lo ambiental ubicándose en el primer lugar, lo social en una segunda instancia y finalmente lo económico, que son componentes transversales al transporte, lo que posibilita la interacción entre estos diferentes agentes. Es así como permite convertirse en un sector estratégico para garantizar una protección al medio ambiente en las políticas de transporte y movilidad.

Dicho desde otra perspectiva, la movilidad sostenible busca enfrentar los impactos negativos que genera el transporte, conocidos comúnmente como contaminación, volumen de tráfico, demanda necesaria de transporte, congestión de ejes principales por incremento de vehículo particular, utilización eficaz de la capacidad de transporte, utilización eficaz de la infraestructura, seguridad en el transporte.(Guillamón & Hoyos, 2019).

De acuerdo con Vasconcellos (2019), la movilidad sostenible busca la reestructuración de la movilidad del territorio con el propósito de lograr acortar las distancias, buscando que actividades como el ocio, el recreo, la salud, el trabajo y la educación entre otras, se consiga no solo al desplazarse por un sistema de transporte masivo, sino también, a paso de peatón, además, la clave del éxito está en la capacidad del transportar la mayor cantidad de usuarios posibles con la menor cantidad de vehículos de transporte multimodales que utilicen energías limpias. Asimismo, busca desincentivar el uso del vehículo particular con el fin de disminuir el tráfico, esto se puede dar por medio de la reducción de los espacios para el vehículo particular y aumentar los espacios para el peatón, igualmente, al utilizar tecnologías que no requieran motores a combustibles fósiles, construir infraestructuras que requieran poco espacio público, incrementar la accesibilidad y cobertura de los sistemas integrados de transporte masivo acorde a las necesidades del territorio lo que permite una integración multimodal. Cabe resaltar que, varias investigaciones anteriormente abordadas concuerdan y aciertan con la definición de movilidad sostenible.(Guzmán-García, 2011) (Guillamón & Hoyos, 2019)(Vasconcellos, 2019).

#### **4.3 ¿Qué es una estrategia de movilidad y que tipos de estrategias de movilidad existen?**

Guzmán-García (2011) define las estrategias de movilidad como acciones estructuradas, muy meditadas y planificadas, que ayudan a tomar decisiones que a su vez permiten proyectar y dirigir el desarrollo de la movilidad de un territorio y así alcanzar los objetivos trazados, estas integran programas, proyectos, obras y acciones sociales. Actualmente las estrategias de movilidad están encaminadas a mejorar las condiciones de calidad de vida de la población de una región, ciudad o región.

Las estrategias de movilidad están encaminadas hacia un enfoque forecasting (prever para proveer) que implica buscar las ofertas de los sistemas de movilidad que respondan a la demanda, considerando en dar prioridad a los criterios de los componentes sociales y económicos, sin embargo, según Guzmán-García (2011) manifiesta que ha surgido para el siglo XXI un nuevo enfoque Backasting basado en dar prioridad a los criterios del componente primordialmente ambiental, y en segundo lugar los social y finalmente económico. No se trata de seguir a la demanda, se trata de alcanzar un escenario deseable y posible en estrategias de

movilidad sostenibles, reorientando hacia la oferta sostenible que conforma los elementos del territorio y su estrecha relación entre los usos del suelo y la movilidad.(Guzmán-García, 2011).

Por otro lado, las estrategias de movilidad están diseñadas para mejorar la cobertura de los territorios, las instalaciones y servicios para los usuarios que requieren del transporte público y modos de transporte alternativos multimodal. Guzmán-García (2011) afirma que, estas estrategias para que sean exitosas además de lo anteriormente mencionado deben contener incentivos y restricciones. Los incentivos deben propender por manejarse de una forma integral en sus tarifas y cada vez con una mayor cobertura que permita desplazarse por las diferentes zonas estratégicas de desarrollo (zonas urbanas e industriales) de las Ciudades y Áreas Metropolitanas, lo que conlleva a que cada vez se preste un mejor servicio. Para el caso de las restricciones se debe realizar un control a la demanda de los vehículos particulares por medio de políticas que busquen reducir la capacidad de algunos tramos de vías por la implementación de carriles para un sistema de transporte sostenible de alta capacidad y ocupación, el plan de “hoy no circulan”, restringir el acceso a algunas zonas para fomentar que las personas dejen el carro en casa, incrementar el costo de los estacionamientos, la creación de zonas ecológicas donde solo habrá acceso a vehículos que utilizan energías renovable, con el fin de inducir al cambio de modales.(Guzmán-García, 2011). (Consultoría y gestión urbana y ambiental, 2020).

Para Guillamón & Hoyos (2019), las estrategias de movilidad están enfocadas desde una perspectiva global basadas en las necesidades de movilidad del territorio, no obstante, su connotación especial es que todas las políticas se orienten desde el ordenamiento del territorio, planeación urbanística, planeación del transporte, planeación ambiental, política industrial y política energética, y su integración este siempre presente en la formulación e implementación de las acciones planificadas propuestas para cumplir con los objetivos de las estrategias de movilidad elegidas. Al momento de conjugar todos estos elementos, el resultado se convierten en lo que hoy se le denomina estrategias para una movilidad sostenible, más que una representación incorpora aspectos ambientales que propenden por disminuir la degradación ambiental irreversible a causa del transporte, mitigar la contaminación, al igual que adoptar valores y comportamientos que beneficien la convivencia ciudadana, que a su vez satisface las necesidades sociales de accesibilidad y de otro punto, las necesidades económicas de costo beneficio.(Guillamón & Hoyos, 2019).

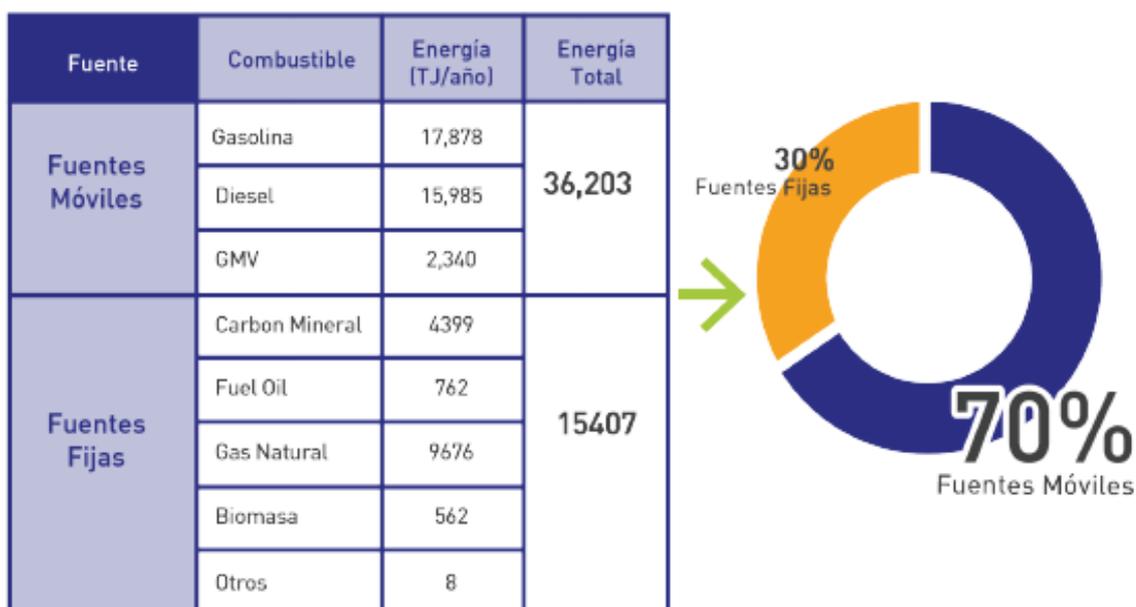
#### **4.4 ¿Qué criterios hacen parte del componente de sostenibilidad ambiental desde la movilidad sostenible?**

Los criterios de medición de impacto ambiental varían dependiendo del grupo de fuentes a intervenir, por tal razón un primer criterio de clasificación corresponde al origen de la fuente, de acuerdo con esta clasificación las fuentes de emisión se pueden agrupar en fuentes antropogénicas (generadas por acción directa del ser humano) y fuentes naturales (generadas sin intervención directa del ser humano) ya sea biogénicas o geogénicas.(Gaitán & Cárdenas, 2017).

Para la medición de impacto ambiental por el desarrollo de las emisiones atmosférica los criterios agrupan: fuentes fijas las cuales son emisiones situadas en un lugar determinado e inamovible como lo son las instalaciones industriales y fuentes móviles las cuales son susceptibles a movimiento por uso o propósito como lo son los automotores (vehículos a motor de cualquier naturaleza, además otros de los criterios para clasificar la fuente de emisiones atmosféricas pueden ser: tipo de combustible, actividad, proceso, clase de equipo de combustión tipología de vehículo y tecnología del vehículo.(Gaitán & Cárdenas, 2017).

En ese orden de ideas, cuando nos referimos a la movilidad sostenible considerando que, los criterios del componente de sostenibilidad ambiental para este caso, están enfocados en la problemática que abarca el creciente uso de los combustibles derivados del petróleo conocidas como emisiones atmosféricas por gases de efecto invernadero, combinado con los actuales sistemas de transporte implementados en los territorios, los cuales agravan la situación ambiental. Para el caso del Valle de Aburrá según el inventario de emisiones atmosféricas y el informe final del inventario año base 2018 del Área Metropolitana del valle de Aburrá, el parque automotor y el sector industrial del Valle de Aburrá son los mayores consumidores de energía, proveniente de la quema de combustibles fósiles y biomasa. Como puede observarse en la siguiente tabla, las fuentes móviles fueron las principales consumidoras de energía y representan las mayores descargas a la atmosfera con un 70%. (AMVA-UPB, 2015). Según Guzmán-García (2011), esta situación se ve reflejada mediante a las lluvias acidas, perdida del ozono por contaminación atmosférica y acústica por fuentes móviles, donde es evidente que el transporte tiene un alto nivel de responsabilidad en el tema.

Demanda de energía de acuerdo con el tipo de fuente.



Grafica 3. Demanda de energía de acuerdo con el tipo de fuente

Fuente: (AMVA-UPB, 2015)

Sin embargo, Quintero González (2018) afirma que, esta situación puede desacelerarse o incluso revertirse teniendo en cuenta los siguientes objetivos y beneficios que brindan los sistemas de movilidad sostenible enfocados en sistemas integrados de transporte masivo, los cuales son: baja emisión de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero, baja ocupación de espacios públicos, bajo nivel de ruido, consumo bajo de energía, tiene sistemas de generación de energía, reducción de tiempo de viaje, recorta distancias, vía propia, integración con otros sistemas, mayor capacidad de usuarios por lo cual se requieren menos cantidad de vehículos para operar los sistemas, reducir las emisiones de contaminantes como son los NOX y el SO<sub>2</sub> (óxidos de nitrógeno y de azufre, respectivamente), reducir los problemas de salud pública (mejor calidad del aire que respiran las personas) causados por el material particulado (PM 2.5 y PM10), finalmente reducen las actividades de transporte que generan efectos negativos medioambientales en los territorios.(Guzmán-García, 2011)(Quintero González, 2018).

#### 4.5 ¿Qué criterios hacen parte del componente sostenibilidad social desde la movilidad sostenible?

Asimismo, al momento de hablar de la movilidad sostenible desde el componente de sostenibilidad social, se torna bastante importante, puesto que, desde lo social el transporte

cotidiano se ha centrado en acceso a empleos, seguridad y personas con movilidad reducida (PMR). Para Guzmán-García (2011) la introducción del ahora concepto sostenibilidad social desde la movilidad sostenible reúne nuevos elementos que están enfocados a las reales necesidades sociales relacionadas con los criterios de la equidad, la cual está basada en la distribución y cobertura y de los beneficios que genera tener el acceso a un sistema de movilidad sostenible enmarcada en un sistema de transporte masivo. El autor anteriormente mencionado concuerda con el autor Quintero González (2018), quienes puntualizan los criterios sociales desde: Tarifas iguales o inferiores a lo que se cobra en otros sistemas de transporte por fuentes móviles, permite la integración por el mismo costo, mejora la calidad de vida de los habitantes (al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje), reducción de contaminación, mejor calidad del aire en el territorio, equidad social (tarifa establecida y accesible), justicia social desarrollada mediante la inclusión social (se brinda acceso desde las periferias, asentamientos de bajos ingresos) y calidad del servicio disponible.

#### **4.6 ¿Qué criterios hacen parte del componente sostenibilidad económica desde la movilidad sostenible?**

Finalmente, según la jerarquía de las estrategias de movilidad y movilidad sostenible, el componente de sostenibilidad económica tiene un rol muy significativo para la puesta en marcha de todas las estrategias relacionadas con movilidad. Es así, como se busca precisar el significado del transporte dentro del desarrollo económico, visto de otra perspectiva, Guzmán-García (2011) precisa que al hallar una eficiencia económica que esté basada en ofertar un servicio de transporte sostenible con el menor costo posible a los usuarios y la sociedad del territorio contribuye a que se realice una inversión eficiente de los recursos. Sin embargo Quintero González (2018), enfatiza en los beneficios que trae para la sociedad de un territorio la sostenibilidad económica en la movilidad sostenible, dado que, permite dinamizar la economía por medio una mayor accesibilidad a empleos en localidades distantes de casa, creación de nuevas empresas pymes, ahorro en los costos y tiempo de desplazamiento de un lugar a otro dentro del mismo territorio, bajos costos en las tarifas, integraciones dentro del sistema a bajos costos, lo que conlleva a que este incremente su desarrollo y por ende mejore la calidad de vida de los habitantes.(Guzmán-García, 2011)(Quintero González, 2018).

#### **4.7 ¿Qué es un sistema integrado de transporte masivo?**

El Transporte (1997) en el decreto 3109 de 1997 define transporte masivo de pasajeros el servicio que se presta a través de una combinación organizada de equipos (tecnología) e infraestructura (instalaciones físicas) en un sistema de transporte que cubre alto volúmenes de usuarios (trenes, tranvía, monorriel, tren ligero, metro cable y bus BRT) y da respuesta las necesidades de movilización. También el Metro de Medellín (2014) en su plan rector 2006-2030 concibe un sistema integrado de transporte masivo como un sistema de infraestructura y equipos con la capacidad suficiente de suplir las necesidades de movilidad de los habitantes de un territorio mediante vehículos férreos de mediana y alta capacidad y otros modelos como cables aéreos y buses articulados que permiten ser integrados, permitiendo así ser más efectivos, incluyentes en el territorio y sostenibles.

Es conveniente, comprender como todos estos elementos anteriormente descritos, que hacen parte de la sostenibilidad en la movilidad, juegan un papel importante para la construcción de los sistemas integrados de transporte masivos, bajo la concepción de la movilidad sostenible. Es decir, el objetivo y la clave del éxito de estos sistemas es siempre desarrollar estrategias de movilidad enmarcadas en los criterios de sostenibilidad ambiental, social y económico.(Metro de Medellín, 2014).

De modo similar, el autor Vasconcellos (2019) concuerda con la definición plateada por el metro de Medellín en su Plan Maestro 2014 afirmando que, los sistemas integrados de transporte masivos del siglo XXI propenden por construir una movilidad sostenible en los territorios, promover ciudades y áreas metropolitanas más amables, ambientalmente sostenibles, accesibles e incluyentes mediante la adopción e implementación de un sistema de transporte masivo e integrado que contenga un estructura y red de sistemas multimodales que respondan a las diferentes necesidades y desafíos geográficos del territorio.

En síntesis, Kreuzer & Wilmsmeier (2014) de una forma más detallada expresan que, los sistemas integrados de transporte masivo del siglo XXI son el modelo puesto en marcha de la movilidad sostenible, su eficiencia radica en contener los criterios antes mencionados sostenibilidad ambiental, social y económica. Por tal razón, puestos en práctica se materializan como sistemas con efectividad en sus viajes, consumo de energías limpias, usos de espacios reducidos, vías propias, caracterizándose por ser sistemas que cuentan con mayor capacidad para transportar usuarios, para brindar cobertura y eliminar las dificultades de acceso. Cabe destacar que, el interés estratégico es garantizar siempre una movilidad sostenible mediante

una red multimodal que dé solución a los problemas de movilidad y as su vez sostenible, además que cumpla con los principios rectores que esta enmarca.(Metro de Medellín, 2014).

De acuerdo con, Metro de Medellín (2014) los sistemas más asertivos que componen un sistema integrado de transporte masivos que concibe la movilidad sostenible son: sistemas ferroviarios (tren, tren ligero, monorriel, tranvía), metro cables (teleféricos de cables aéreos), BRT (bus rápido de transito BRT), líneas de ciclo ruta (bicicleta), espacios y senderos peatonales. Ahora bien, estos tienen la capacidad de integrarse entre sí para conformar una red multimodal mediante una planeación estratégica caracterizándolos como sistemas integrados y que cumplen con el objetivo de la sostenibilidad.(Kreuzer & Wilmsmeier, 2014).

#### **4.8 ¿Qué son los planes de movilidad, como se conciben, como se implementan?**

Hay que hacer notar que, para la implementación de los sistemas integrados de transporte masivo es necesario llevar a cabo la construcción de un plan de movilidad, según Guzmán-García (2011) estos son concebidos desde la administración pública local, regional y nacional. Enfocados en la planeación del territorio, con ideas claras e innovadoras sobre el futuro de las Ciudades o Áreas Metropolitanas, en otros términos lo que proyecta para el futuro de los territorios en materia de la movilidad sostenible, para remediar los problemas actuales que genera la movilidad y evitar los problemas futuros.

Para Guillamón & Hoyos (2019), todo parte desde la construcción de los planes de ordenamiento territorial, ya que por medio de esta herramienta se realiza la organización del territorio y determina en gran medida la forma en la que se efectuaran los desplazamientos en el futuro, es por eso, que es de vital importancia prestar atención a los factores que tengan incidencia en la estructuración de los planes de ordenamiento territorial, de las políticas de desarrollo industrial, además de las políticas ambientales y energéticas, puesto que, la coherencia en cómo se desarrolla el territorio desde todos sus sectores es lo que viabiliza el diseño de los planes de movilidad.

Es por esto, que para el Área metropolitana del valle de Aburrá construir el plan maestro de movilidad sostenible del sistema integrado de transporte masivo, ha partido desde las directrices que se encuentran enmarcadas en los Planes de ordenamiento territoriales, en el plan director BIO 2030, el plan integral de gestión de residuos sólidos, el plan de desarrollo sostenible, el plan maestro de zonas urbanas, el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca Aburrá y el plan maestro de movilidad metropolitana.(Metro de Medellín, 2014).

Considerando que, Hurtado et al, (2011), explica detalladamente como se da la implementación de planes de movilidad a escala nacional en Colombia, lo cual básicamente se obtiene de los recursos para su ejecución, mediante la política nacional de 2002 se emite el documento Conpes 3260 del 2002 Hurtado et al, (2011), en el cual se condensa la política nacional de transporte urbano masivo para la asignación de recursos de la nación a las entidades territoriales destinados específicamente para la financiación de proyectos de sistemas integrados de transporte masivos, fortalecimiento de la sostenibilidad, maximización del impacto en el medio ambiente, en la calidad de vida urbana y la maximización de los beneficios sociales y económicos, no obstante, esto se fortalece mediante el Conpes 3273 del 2004 que permite a las entidades territoriales acceder a empréstitos externos de bancal exteriores hasta por \$600 millones de dólares para financiar los proyectos, también, el Conpes 3465 de 2007 incluye la participación del banco mundial, por último, Ley 1151 de 2007 de la República 2007 resalta la importancia de la integración de los sistemas integrados de transporte masivo con los demás planes de ordenamiento del territorio y los sectores de desarrollo.(Hurtado et al., 2011).

Para el caso de la implementación a escala Metropolitana Hurtado et al, (2011) aclara que, las entidades territoriales en concordancia con lo establecido por las leyes nacionales y Conpes anteriormente mencionadas, pueden acceder tanto a los recursos de la nación como a empréstitos según los requerimientos del banco mundial, con el objeto de implementar planes de movilidad enfocados en dar soluciones a las necesidades existentes y contemplar acciones que mitiguen problemas futuros.

## **5. Casos de sistemas integrados de transporte masivos en América Latina en América Latina y el Caribe.**

Los sistemas integrados de transporte masivos hacen referencia a la implementación de uno o varios sistemas de transporte de manera integral (comprende y articula todas las zonas del territorio demográficas y las articula en corredores de su sistema que le permite ser completo) e intermodal (permite utilizar varios sistemas de transporte masivo según las necesidades geográficas), que permite cubrir altos volúmenes de usuarios, entre estos se encuentran los sistemas ferroviarios como Trenes, Tranvía, Monorriel, Tren Ligero o también, Metro Cable (Teleférico) y Bus Rapid Transit (BRT), estos sistemas son implementados bajo una infraestructura (instalación física), una combinación de equipos tecnológicos que permiten la planeación y desarrollo operacional para así dar respuesta a las necesidades de movilidad de un territorio.(Metro de Medellín, 2014).

Bajo este modelo de sistema integrado de transporte masivo se encuentran las Ciudades de Curitiba/Brasil, Bogotá y Cali/Colombia, las cuales han implementado un sistemas de transporte masivos de Bus Rapid Transit (BRT) conocidos como Metrobús o sistema de transporte masivo en buses, siendo un bus biarticulado o articulado doble que permiten mayor capacidad de usuarios y menos cantidad de vehículos, con rutas de carriles exclusivos en las zonas urbanas, motores diésel, gas natural, eléctricos, que cuentan con más de 2 secciones tipo módulo para mayor capacidad, guiado por neumáticos, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros, acceso al sistema por medio de estaciones donde se realiza el pago previamente al acceso al bus, Acceso por medio de paradas donde se puede realizar el pago al ingresar al bus (torniquetes), acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad y un sistema de señalización con prioridad en las intersecciones.(Kozievitch et al., 2020).

Dicho lo anterior, el sistema de transporte masivo de Curitiba que entró en operación en 1974 fue establecido como un nuevo modelo de transporte, ha permitido que la ciudad de Curitiba en particular sea considerada una de las ciudades más inteligentes del mundo, dado que, la ciudad se encuentra estructurada a partir de la integración del sistema de transporte y los usos del suelo. Según Suzuki et al, (2014) Curitiba ha desarrollado e implementado corredores de transporte masivo a partir de la densificación del uso del suelo y distribuyendo estratégicamente estas densidades en las diferentes partes del territorio, facilitando que a lo

largo de estos corredores constituidos se presentan las soluciones de movilidad a sus proyecciones de desarrollo urbanístico utilizando el sistemas de Bus Rapid Transit (BRT).

Cabe denotar, que una de sus principales características de éxito de su sistema según Suzuki et al, (2014) es su compleja integración de redes de líneas de alimentación, si bien la Ciudad de Curitiba Brasil como sistema de transporte masivo utiliza solo el sistema de Bus Rapid Transit (BRT) en las diferentes rutas a lo largo y ancho de la ciudad, su planeación es un éxito, dado que la capacidad del sistema implementado se encuentra acorde a la demanda que presenta los habitantes del territorio de transporte, además, se encuentra planeado para responder a las proyecciones de crecimiento demográfico que presenta la ciudad por su desarrollo y crecimiento urbanístico.(Kozievitch et al., 2020).

Sus diferentes líneas se ejecutan en carriles exclusivos, asimismo utiliza buses de alta capacidad, su planeación operacional se encuentra estructuradamente adaptada mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) utilizando datos específicos como la ubicación de los autobuses en tiempo real, información específica de las paradas y estaciones , datos técnicos como la migración de datos espaciales, afluencia de usuarios, finalmente, una geodatabase empresarial puede ayudar a resolver desafíos de transporte, información de los muchos orígenes, destinos, rutas y medios de transporte que pueden estar presentes, junto con sus ubicaciones, tiempo de viaje e intervalos fijos entre el paso de cada bus. Cabe resaltar que al momento de su implementación en la década de los 70 la mayor parte de estos buses funcionaban con motores diésel, sin embargo debido a la preocupación ambiental y los principios sostenibles, están siendo remplazados por motores a gas natural vehicular y motores híbridos eléctricos.

Por otro lado, los sistemas de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de las Ciudades de Bogotá y Cali según Suzuki et al, (2014) a diferencia de Curitiba no han estructurado la ciudad a partir de la integración del sistema de transporte masivo, como tampoco planificaron articular sus corredores con las densidades de sus territorios, asimismo, de acuerdo con Pardo (2009) los sistemas de Bus Rapid Transit (BRT) en ciudades con más de 2.000.000 de habitantes como es el caso de Cali y Bogotá Colombia se utilizan como un sistema complementario a otros sistemas de transporte masivo de mayor capacidad como el de tipo ferroviario para poder responder a la demandas de transporte de sus habitantes.

No obstante, Bogotá decidió construir un sistema de Bus Rapid Transit (BRT) a gran escala que tuviera altas capacidades de movilización de usuarios conocido como Transmilenio,

sin embargo, su capacidad de respuesta a la alta demanda de las necesidades de transporte de los usuarios, a la solución a los problemas de transporte público y movilidad en la ciudad de Bogotá quedó insuficiente. En la actualidad, Bogotá es una Ciudad con más de 7.000.000 de habitantes su sistema de Bus Rapid Transit (BRT) es el único sistema de transporte masivo con el que cuenta la capital colombiana, sumando a esto, el sistema de transporte masivo Transmilenio cuenta con una integración de 663 rutas alimentadores que aportan a que se sobrepase la capacidad del sistema integrado de transporte masivo, dado que, no se encuentran implementados los corredores del sistema transporte masivo a partir de la densificación urbanística del territorio, generando así, problemas de aglomeraciones en las estaciones, tiempos de retraso en los recorridos, intervalos de espera entre el paso de cada Bus Rapid Transit (BRT) muy largos y dificultad de acceso a los buses por su alta demanda de usuarios por las necesidades de transporte público y su débil capacidad de respuesta.(Pardo, 2009).

De igual manera, el sistema de transporte masivo de la Ciudad de Cali mediante Bus Rapid Transit (BRT) pretendía mejorar la calidad del servicio público de la Ciudad. Sin embargo, Cali es una de las ciudades de más de 2.000.000 de habitantes, por lo tanto, la capacidad del sistema empezó a reflejar problemas en el transporte de los usuarios y la movilidad de la Ciudad, dado que, de acuerdo con Cárdenas (2011) las especificaciones del sistema relacionadas con las necesidades de la Ciudad no fue la apropiada, durante este proceso no se establecieron foros públicos ni tampoco se informó adecuadamente sobre alternativas al sistema, cual se instauraría finalmente como sistema de transporte masivo que supliera las necesidades de movilidad de los habitantes, especialmente, en materia de capacidad y cobertura. Sumado a esto, entre los principales problemas del sistema integrado de transporte masivo se encuentra su planeación con respecto a las características del territorio y números de habitantes, caracterización de la población que requiere transporte público, caracterización de los desplazamientos, densificación urbana. Por la parte de operación, se encuentra los tiempos de intervalos que no se garantizan lo que causa demoras y acumulación de usuarios.

Cabe denotar, que los sistemas de transporte masivo de las Ciudades Bogotá y Cali concuerdan en que sus sistemas tienen poca fluidez y cumplimiento de los intervalos en sus horarios de planificación operacional, la falta de flota genera altas afluencias y sobrecupos, velocidades en desplazamientos son lentas, adicionalmente, se encuentran comportamientos sociales en temas de cultura en el transporte como la falta de civismo, irrespeto por las sillas exclusivas a adulto mayor y personas con movilidad reducida e intolerancia por la prestación de un servicio ineficiente.(Pardo, 2009)(Cárdenas, 2011).

Al mismo tiempo, las Ciudades de la Paz y el Alto de Bolivia, Quito/Ecuador, Caracas/Venezuela, Medellín/Colombia, han desarrollado sistemas integrados de transporte masivo bajo el modelo de sistema de Metrocable, el cual, es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento de las mismas, cuenta con infraestructura de estaciones para su acceso y descenso, Sistema de vía elevada soportadas por diseño de pilonas, su sistema de tracción es eléctrica. Entre las principales características del sistema se encuentra que son planificados para territorios periféricos con una topografía de difícil acceso, tiene la capacidad de franquear pendientes del 58% de esta manera estos sistemas permiten adaptarse correctamente a territorios adversos y brindar una solución a las necesidades de movilidad y transporte público a los habitantes de las zonas que se encuentran con difícil acceso por tu geografía urbana.(Quintero González, 2018).

Por estas razones anteriormente descritas, el Teleférico de la Ciudades la Paz y el Alto el cual inició operaciones en el 2014, sin duda es la apuesta más grande en sistemas de Metrocables como sistema integrado de transporte masivo en América Latina, el Caribe y el mundo. Actualmente, es concebido como uno de los sistemas integrados de transporte masivo más seguro, rápido y ecológico, por otro lado, el poco espacio público que ocupa su infraestructura de acuerdo con Quintero González (2018) fue la elección apropiado y asertiva para la geografía urbana de la ciudad convirtiéndose en un éxito, asimismo, sus atractivos urbanísticos son de las características potenciales del sistema. Es así como Mi Teleférico constituye una solución asertiva a necesidades de transporte para la Ciudad de la Paz y el Alto, debido que, siendo la capital más alta del mundo y su posición geográfica en un valle sus casa están construidas en mayor parte sobre las laderas de las montañas, también, su infraestructura de vías públicas son estrechas, empinadas y las congestiones vehiculares son altas lo que hace que el transporte público terrestre sea ineficiente.(Quintero González, 2018).

Del mismo modo, la ciudad de Quito, cuenta con 1 Teleférico turístico puesto en operación en el 2005, como también, el megaproyecto línea 1 de Quitocables que en el 2016 se inició la construcción de su obra. Es una de las líneas de sistema integrado de transporte masivo por modalidad de cable aéreo que constará de varias líneas y unirán el epicentro de la Ciudad con barrios periféricos de difícil acceso por las vías públicas tradicionales como los son los sectores de Roldós, Pisulí y el sector de La Ofelia. Dentro de la planeación de la movilidad de la Ciudad fue diseñado como una solución a las necesidades de transporte público para los habitantes que pertenecen a estos barrios periféricos.(Quintero González, 2018).

De esta manera, con el mismo objetivo está implementado el Metrocable de la Ciudad de Caracas implementado como la solución a los sectores montañosos de la Ciudad de Caracas con difícil acceso al transporte público, de esta manera, los habitantes tiene un sistema de transporte masivo rápido, seguro, eficiente y amigable con el medio ambiente, este Metrocable, está integrado al Metro de Caracas. En el mismo orden de ideas, la ciudad de Medellín cuenta actualmente con 4 líneas de Metrocable (cable aéreo) en operación (línea J,K, M,H), 1 línea turística (línea L) y 01 en construcción (línea P), las cuales hacen parte del sistema integrado de transporte masivo de la Cuidad, diseñados como una alternativa que brinda soluciones a la movilidad de los habitantes que pertenecen a estos territorios con pendientes longitudinales y transversales, además, pensados en generar un impacto a nivel urbanístico, económico, ambiental y social, que permiten generar espacios de integración y equidad social, acceso a sistemas de transporte masivos sostenibles, zonas verdes de esparcimiento y áreas productivas, asimismo reconfiguran el territorio y potencializan su desarrollo con el fin de superar las irregularidades del territorio por sus condiciones de geografía urbana. (Quintero González, 2018).

Por su parte, las Ciudades Buenos Aires/Argentina, Ciudad de México/México han implementado sistemas integrados de transporte masivo de mayor envergadura como lo son sistemas de Trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, que cuentan con vía propia ya sea subterránea, elevada en viaducto o terraplén, este vehículo ferroviario es guiado mediante rieles, su sistema de tracción es eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito, con motores tecnológicos síncronos o asíncronos que permiten cambio de polaridad para el retorno y generación de electricidad, el acceso a este sistema es por medio de estaciones donde se realiza el pago previamente al acceso, cuentan con un sistema de señalización propio, tienen sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO) y sistema de programación (PLC), permite alcanzar Velocidad máxima de 80km/h y es el sistema integrado de transporte masivo de mayor capacidad para el transporte de usuarios.(CEPAL, 2010).

Bajo las características anteriormente descritas, la ciudad de Buenos Aires ha potencializado su sistema integrado de transporte masivo mediante un sistema ferroviario subterráneo puesto en marcha desde 1913, siendo este el primer sistema de Metro en América Latina. Este sistema ha representado un una clara reducción de emisiones de carbono en el transporte de la ciudad, promueve la efectividad de los desplazamientos de los habitantes de la Ciudad de Buenos Aires e impulsa las iniciativas importantes en modalidades de operación que suplan los problemas de transporte público, el sistema integrado de transporte sustentable de

Buenos Aires se caracteriza por fomentar el transporte no motorizado por fuentes fósiles, reducir los tiempos de viaje, mayor cobertura integrando otros sistemas de transporte con transferencia como el tranvía que en conjunto brindas soluciones a la movilidad de la Ciudad.(CEPAL, 2010).

En la misma línea, la Ciudad de México también cuenta con un sistema de transporte masivo mediante un sistema ferroviario tipo Metro. En la actualidad según la CEPAL (2010) es el sistema de transporte masivo que ocupa el tercer lugar en el mundo con mayor captación de usuarios, un promedio de 4.000.000 personas al día, su gran número de líneas representan una gran cobertura para los habitantes de la Ciudad y facilita realizar sus diferentes desplazamientos en corto tiempo. Ciudad de México se encuentra perfilada estructuralmente en su densidad geográfica hacia una movilidad basada en sistemas de transporte masivos sostenibles, orientados básicamente a la reducción de emisiones y subsanar las necesidades de transporte de su territorio, cabe mencionar que con la integración de cada una de sus líneas se ha buscado la sustitución de cada una de las flotas de buses que generaban altas emisiones de carbono.

De manera similar, se encuentran los sistemas integrados de transporte masivo de la Cuidad de Santiago de Chile, Región Metropolitana de Arrecifes/Brasil y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá/Colombia. Se caracterizan por ser sistemas intermodales, utilizando sistemas de transporte diferentes a la hora de integrar la movilidad a la geografía urbana de sus territorios. Dentro de sus sistemas integrados de transporte masivos se encuentran implementados sistemas ferroviarios de Trenes de alta capacidad, Metro Cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) de los cuales ya se apreciaron sus características. Sin embargo, también se encuentra el uso de sistema de Tranvía, el cual es bidireccional, guiado por rieles y soportado con neumáticos, con carriles exclusivos en las zonas urbana, su sistema de tracción es eléctrica, su alimentación se realiza por medio de catenaria y pantógrafos de grafito y cuenta con un sistema de motores síncronos o asíncronos que permiten cambio de polaridad para el retorno y generación de electricidad, el acceso al sistema por medio de estaciones y paradas donde se realiza el pago previamente al acceso, tiene sistema de señalización propio, capacidad franquear pendientes hasta del 15% y su capacidad de galibo es reducido.(Sánchez, 2010), (Bertossi & Romane, 2019).

Es así, como el sistema integrado de transporte masivo de las Ciudad de Santiago de Chile de acuerdo a CEPAL (2010) es uno de los sistemas de movilidad sostenible más

modernos de América latina y el Caribe, siendo a su vez la segunda red más extensa de América Latina y el Caribe después del metro de México, sin duda, desde el punto de vista de la movilidad sostenible este sistema refleja una fuerte y genuina preocupación por generar un sistema de transporte masivo que bringa soluciones a la movilidad de la Ciudad, valor económico, social y ambiental al territorio, por tal razón, Sánchez (2010) afirma que ha sido elegido el mejor sistema integrado de transporte de América. Al mismo tiempo, Santiago de Chile busca mejorar la cobertura del transporte público disminuyendo la contaminación atmosférica utilizando sistemas de energías renovables en los sistemas de transporte masivos sostenibles, también buscan disminuir el número de transbordos de los usuarios, bajar los tiempos de espera y aumentando la oferta de recorridos, a través de un rediseño del sistema y la integración física, tarifaria de los servicios de buses y Metro de la ciudad, por tal razón, en la búsqueda de implementar un sistema de transporte masivo que se articulará a las líneas de Metro y a su vez generara una mayor cobertura hizo que se llevara a cabo la implementación de Bus Rapid Transit (BRT). La ciudad de Santiago de Chile está estructurada en su totalidad en un sistema multimodal de transporte masivo amigable con el medio ambiente y eficiente para la población para realizar sus diferentes recorridos, el éxito del transporte masivo de Santiago de Chile los ha llevado a continuar su expansión del sistema de transporte masivo de la Ciudad en conexión con otras de las ciudades del país.(Sánchez, 2010)

Como afirma Bertossi (2019) la Región Metropolitana de Arrecifes y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá no se quedan atrás con sus sistemas integrados de transporte masivo. Por un lado, la Región Metropolitana de Arrecifes en sus sistema integrado de transporte masivo tiene desarrollado un sistema completo mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad, Metro cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía, en los diferentes territorios que no contaban con el sistema de transporte directo, así, les permite ahora su fácil acceso y brindar una solución de transporte multimodal a sus 15 municipios, la necesidad fue la creación de un sistema integrado de transporte masivo que abarcara todos los municipios de la región. La implementación del sistema integrado de transporte masivo en la Región Metropolitana de Arrecifes ha generado una situación ganadora entre los habitantes de la región y se ha convertido en un éxito y un orgullo, la calidad del servicio aumenta y los costos son optimizados, para los usuarios el sistema integrado de transporte masivo permite una mayor facilidad y mejora las experiencias de la movilidad al subsanar los problemas de movilidad, acceso a todo el territorio, inclusión social, tarifas integradas, menores tiempos de desplazamiento y reduce las emisiones atmosféricas.(Bertossi & Romane, 2019).

Por la otra, Bertossi (2019) asevera que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá Colombia cuenta con uno de los sistemas integrados de transporte masivos multimodal más modernos de América Latina y el Caribe conocido como el Metro de Medellín. Este ha propendido por integrar a sus 10 municipios que la conforman, del mismo modo, ha asumido los retos de solucionar los problemas movilidad, gestión ambiental, reestructuración del territorio en materia de las necesidades de transporte público, acceso a las diferentes comunas y barrios de los municipios, inclusión social, eficiencia en los recorridos y tiempos de desplazamientos. Finalmente este amplio espectro de competencias le ha permitido asegurar la coherencia del desarrollo territorial bajo el enfoque de los sistemas de transporte masivos, brindar el acceso a todo el sistema por medio de integración permite genera tarifas integradas, igualmente, la implementación de sus diferentes tipos de sistemas (sistema ferroviario de Metro, Metro Cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía) responde a la necesidades y características geográficas urbanas del territorio, generando a su vez inclusión social y eliminando los limitantes en materia de transporte para los habitantes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cabe de notar que, se han reflejado dinámicas crecientes de altas migraciones a las diferentes ciudades de Colombia, dinámicas de crecimiento urbanístico lo que ha generado un incremento en la demanda de transporte significativo, el Metro de Medellín busca estar a la vanguardias que permita tener en cuenta las dinámicas de ordenamiento del territorio y continuar con su expansión. Actualmente según Bertossi (2019) el sistema integrado de transporte masivo Metro de Medellín es el caso más exitoso de las organizaciones Metropolitanas de transporte que ha logrado integrar todos sus municipios a un sistema de transporte masivo.

## **6. Casos exitosos y fracasos en los sistemas integrados de transporte masivo en América Latina y el Caribe según los componentes de la movilidad sostenible.**

El cumplimiento de los criterios de los componentes de la movilidad sostenible permite determinar el éxito o fracaso de los sistemas integrados de transporte masivo. Dado que, posibilitan definir si durante su desarrollo y operación integran elementos estratégicos como el componente ambiental, social y económico, a su vez identifica si se logra integrar con éxito o fracaso el transporte público con el desarrollo urbano de un territorio y los usos del suelo dentro del marco de las realidades y limitaciones de una sociedad civil. Además, si con la implementación de sistemas basados en sistemas integrados de transporte masivo las ciudades pueden superar los obstáculos del crecimiento urbano al orientarse más por los sistemas de transporte que cumpla con las necesidades del territorio.(Suzuki et al., 2014).

### **6.1 Componente de sostenibilidad ambiental.**

Sin duda bajo el componente de sostenibilidad ambiental se destacan las experiencias de la Ciudad de Curitiba/Brasil con la implementación de su sistema integrado de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT), donde resaltan los beneficios ambientales al equilibrar el desarrollo urbano a lo largo de ejes lineales que se encuentran atendidos Bus Rapid Transit (BRT) bajos en emisiones de CO<sub>2</sub>. Según Suzuki et al, (2014), la ciudad persigue intensamente una política de “el transporte público primero” enfatizada en la planeación para las personas y no para los carro, lo que representa una gran desincentivación del vehículo particular, lo que se traduce en reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero. En la actualidad, su cota en viajes de transporte público es de 45 % lo que representa la más alta en América Latina y constituye que el sistema integrado de transporte haya reducido sensiblemente la huella ambiental de la ciudad, gracias al uso del sistema integrado de transporte masivo la ciudad cuenta con un aire más limpio que cualquier ciudad brasileña, lo que representa un éxito para sus habitantes, a pesar de ser una ciudad con un sector industrial importante.(Suzuki et al., 2014).

A diferencia de Curitiba, se encuentran los sistemas integrados de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de las Ciudades de Bogotá y Cali/Colombia, en las cuales el componente de sostenibilidad ambiental hace denotar que no han sido un caso de éxito en materia de sostenibilidad ambiental para las respectivas ciudades, para el caso de Bogotá el fracaso radica en el deterioro que sufrió el sistema integrado de transporte masivo desde su

puesta en marcha hasta la actualidad. Para Suzuki et al, (2014) su deterioro hace que sus proyecciones a mejorar las condiciones ambientales no sean de gran impacto para la ciudad, al igual que sus políticas de planeación continúa siendo a largo plazo lo que significa que se vea marcado sus problemas de operación, asimismo, sus flotas continúen teniendo vehículos diésel que no han sido renovadas por vehículos que utilicen energías renovables. Su deterioro e ineficiente operación desde la prestación del servicio hace que las personas continúen utilizando el vehículo particular y la reducción de la contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero a causa del transporte público no represente mejoras.

De una manera similar surge el caso de la Ciudad de Cali en cuanto a los beneficios medioambientales, según Cárdenas (2011) el sistema pretende reducir el 39% de las emisiones de monóxido de carbono, el 32% de las emisiones de óxido de nitrógeno y el 8% de la emisión de compuestos volátiles. Sin embargo, su deterioro en el sistema integrado de transporte masivo hace que sus proyecciones a mejorar las emisiones atmosféricas no cumpla con los objetivos propuestos y se cumplan con mejorar la calidad del aire para los habitantes como se pretendía, en especial por sus problemas de operación, sus flotas continúen teniendo vehículos diésel los cuales utilizan energías no renovables, otro de sus causantes es la falta de mantenimiento a sus vehículos donde demarcan su deterioro, sumado a esto, no han sido renovadas la flota y se cuenta con poca disponibilidad para la operación.

Ahora bien, las Ciudades de la Paz y el Alto/Bolivia, Quito/Ecuador, Caracas/Venezuela, Medellín/Colombia, han desarrollado sistemas integrados de transporte masivo bajo el modelo de sistema de Metrocable, los cuales fortalecen fuertemente el componente de sostenibilidad ambiental, Quintero González (2018) afirma que en todos los casos de las Ciudades en mención, han sabido poner en operación un sistema eléctrico con una emisión casi nula de gases de efecto invernadero, bajo nivel de ruido, bajo espacio de infraestructura, concebido como un sistema totalmente ecológico y amigable con el medio ambiente, que ha equilibrado el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático en las ciudades, es así como los ha caracterizado como todo un éxito en estas ciudades. Por estas razones anteriormente descritas, cabe resaltar el Teleférico de la Ciudades la Paz y el Alto, es sin duda la apuesta más grande en sistemas de Metrocables como sistema integrado de transporte masivo en América Latina, el Caribe y el mundo, concebido como uno de los sistemas integrados de transporte masivo más seguro, rápido y ecológico del mundo.

Se puede señalar, que las Ciudades Buenos Aires/Argentina, Ciudad de México/México han implementado sistemas integrados de transporte masivo de mayor envergadura como lo son sistemas de Trenes Ferroviarios de alta capacidad. Y no solo se han quedado en su mayor capacidad para movilizar usuarios, sino también en una clara reducción de emisiones de carbono en el transporte como lo hace la Ciudad de Buenos Aires desde el componente de sostenibilidad ambiental donde demarca su éxito. Gracias a su sistema integrado de transporte masivo, ha brindado una mejor calidad del aire a sus habitantes representando una reducción de las emisiones atmosféricas por gases de efecto invernadero, a diario la Ciudad manifiesta el interés de desarrollar los temas de cambio climático de manera sistemática desde el sector transporte, por ende en 2008 se inició el cambio modal hacia un sistema totalmente bajo en carbono y reordenamiento de la actividad ferroviaria.(CEPAL, 2010).

Para el caso de Ciudad de México, de forma exitosa se mide su alcance en el componente de sostenibilidad ambiental. El sistema integrado de transporte masivo avanza en servicios de infraestructura de transporte sostenibles orientada básicamente a la constante reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con este propósito de coordinación y concentración en materias de sostenibilidad han logrado mejorar las calidad del aire y atención al tema del cambio climático, con la integración de cada una de sus líneas se ha sustituido cada una de las flotas de buses que generaban altas emisiones de carbono lo que representa reducciones constantes de la contaminación atmosférica en la Ciudad. (CEPAL, 2010).

Cabe destacar que, el reto del componente de sostenibilidad ambientales para el sistema integrado de transporte masivo de Santiago de Chile desarrollado mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad y Bus Rapid Transit (BRT), sin duda ha sido es la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes asociados al transporte, es así como, este desafío ha sido de total compromiso para el sistema. Desde el componente ambiental el éxito de la Ciudad se denota al ser uno de los sistemas integrados de movilidad sostenible más modernos de América Latina y el Caribe, que utiliza un sistema eléctrico que permite la autogeneración de energía, lo que ha trucidado una reducción de los contaminantes atmosféricos por gases de efecto invernadero y permite disfrutar una mejor calidad del aire a los habitantes de la ciudad, como también buscar frenar el cambio climático.(Sánchez, 2010).

Algo semejante ocurre con los resultados del componente de sostenibilidad ambiental del sistema integrado Metropolitano de la Región Metropolitana de Arrecifes/Brasil, el cual al ser un sistema integrado de transporte masivo tiene desarrollado un sistema multimodal

médiate un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad, Metro cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía, asimismo, su gran envergadura territorial de 15 municipios representa una reducción de las emisiones atmosféricas de manera significativa dentro de la región, su éxito ambiental es gracias a su intermodalidad del sistema integrado de transporte masivo que tiene niveles muy bajos en emisiones atmosféricas por ser totalmente eléctrico, el cual responde a las diferentes características del territorio y a su vez desincentiva el uso de vehículos contaminantes, permitiendo tener una mejor calidad del aire a todos los habitantes de los diferentes municipios.(Bertossi & Romane, 2019).

Finalmente, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá/Colombia cuenta con uno de los sistemas integrados de transporte masivos multimodal más modernos de América Latina y el Caribe desarrollado médiate un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad, Metro cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía. Su éxito en el componente de sostenibilidad ambiental radica desde su gestión ambiental que actúa reduciendo los índices de contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero en los 10 municipios que la conforman, a su vez, continua expandiéndose y desincentiva el uso del vehículo particular, es concebido como un sistema totalmente ecológico que busca equilibrar el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático, sus características son únicas, pues cuenta con un sistema intermodal con emisiones nulas de CO<sub>2</sub>, Baja ocupación de espacios públicos, bajo nivel de ruido, consumo bajo de energía al brindar un sistemas de generación de energía.(Bertossi & Romane, 2019).

## **6.2 Componente de sostenibilidad social.**

El vínculo entre el componente de sostenibilidad social y el sistema integrado de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de la Ciudad de la Curitiba es un punto clave de su integración exitosa, puesto que, Curitiba representa una muestra de justicia social al brindar a sus habitantes la red de sistema de transporte masivo con mayor cobertura en América Latina y el Caribe, el cual les permite tener acceso y desplazarse por toda la Ciudad a sus diferentes destinos. Por otro lado, la equidad social que representa al brindar tarifas asequibles para todos los habitantes.(Suzuki et al., 2014).

Por lo contrario, se encuentra los sistemas integrados de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de las Ciudades de Bogotá y Cali/Colombia, dado que, en el componente de sostenibilidad social la construcción de sistema integrado de transporte masivo Transmilenio de la ciudad de Bogotá según Suzuki et al, (2014) no se encuentra diseñado de acuerdo con la

expansión urbana de la ciudad, esto representa que no haya una coordinación con los usos del suelo, incluso que muchos barrios de la ciudad no tengan acceso al sistema integrado de transporte masivo y no se vea reflejada una equidad social, por otro lado, Transmilenio ya no puede suplir la demanda de usuarios de aquellas zonas o localidades que si cuentan con el servicio del sistema, debido a esto, los habitantes tienen que recurrir a otros medios de transporte como el vehículo particular lo que representa un fracaso para el componente de sostenibilidad social, también la disminución de la calidad del servicio refleja tanto la popularidad del sistema como una falta de atención a las necesidades de los habitantes en materia de transporte público.

Además, el sistema de transporte integrado masivo (MIO) de Bus Rapid Transit (BRT) de la Ciudad de Cali dentro de los beneficios identificados del componente de sostenibilidad social que ha generado, firma Cárdenas (2011) que, se destaca la reducción de accidentalidad, la eliminación de la guerra del centavo por generar una regulación en los costos tifiaros del precio del transporte público, proporcionar acceso a puntos estratégicos como hospitales, universidades, estadios, oficinas públicas y otro espacios. No obstante, se encuentra la falta de equidad social en materia de cobertura del sistema, comportamientos sociales inapropiados en temas de cultura en el transporte como la falta de civismo, irrespeto por las sillas exclusivas a adulto mayor y personas con movilidad reducida, falta de tolerancia debido a la calidad del servicio.

Ahora, pasemos a las Ciudades de la Paz y el Alto/Bolivia, Quito/Ecuador, Caracas/Venezuela, Medellín/Colombia, donde sus sistemas integrados de transporte masivo bajo el modelo de sistema de Metrocable representa un éxito en la sostenibilidad social, el cual radica en brindar tarifas iguales o inferiores a lo que se cobra en otros sistemas de transporte por fuentes móviles, permiten la integración entre sus diferentes líneas por el mismo costo, mejoran la calidad de vida de los habitantes al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje, en materia de equidad social brinda tarifa establecida y asequibles para todos los habitantes, por otro lado, Justicia social desarrollada mediante la inclusión social (se brinda acceso al sistema integrado de transporte masivo a las zonas periferias de difícil acceso, asentamientos de bajos ingresos y baja disponibilidad de transporte público), de igual manera, la calidad del servicio mejora las condiciones sociales del territorio.(Quintero González, 2018).

En cuanto a las Ciudades Buenos Aires/Argentina y Ciudad de México/México en su sistemas integrados de transporte masivo de mayor envergadura como lo son sistemas de

Trenes Ferroviarios de alta capacidad, responden exitosamente al componente de sostenibilidad social, puesto que, la Ciudad Buenos Aires con su sistemas integrados de transporte masivo promueve la efectividad de los desplazamientos de los habitantes de la Ciudad, mejora la calidad de vida de los habitantes al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje en los diferentes desplazamientos, brinda una seguridad en el transporte para los usuarios y un acceso de igualdad social con tarifas asequibles. (CEPAL, 2010).

Situación similar pasa con Ciudad de México, debido que su sistemas integrados de transporte masivo cuenta con un gran número de líneas, las cuales, representan una gran cobertura para los habitantes de la ciudad, es así como brinda una inclusión social en materia de acceso al sistema que facilita realizar sus diferentes desplazamientos en corto tiempos, tarifas igualitarias y posibilidad de integración que subsana las necesidades de transporte de su territorio y brindar una comodidad a los habitantes para realizar sus diferentes desplazamientos a lo largo de la ciudad en corto tiempo.(CEPAL, 2010).

Incluso, la red metropolitana de movilidad de Santiago de Chile desarrollada mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad y Bus Rapid Transit (BRT), ha recortado las carencias y necesidades de transporte público, desigualdad y exclusión social con su gran cobertura de red del sistema integrado de transporte masivo, lo que representa un éxito en el componente de sostenibilidad social. Ahora bien, hay una igualdad social en el territorio respecto al acceso a la movilidad reafirmando el papel que juego la red metropolitana de movilidad de Santiago de Chile para sus habitantes, cabe resaltar que, brinda tarifas iguales o inferiores y a la vez permiten la integración por el mismo costo, mejorando la calidad de vida de los habitantes al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje en sus recorridos.(CEPAL, 2010).

Más aún, sucede con la Región Metropolitana de Arrecifes/Brasil y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá/Colombia que con un sistema integrado de transporte masivo multimodal desarrollados mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad, Metro cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía. Para el caso de la Región Metropolitana de Arrecifes Brasil, su mayor éxito en el componente social reside en integrar un sistema complementar en los diferentes territorios que no cuentan con el sistema de transporte masivo directo de acuerdo a las características de su territorio, permitiendo una mayor facilidad y mejorar las experiencias de la movilidad a sus habitantes al subsanar los problemas de movilidad y brindando acceso a todo el territorio mediante la inclusión social, Igualmente, el

Área Metropolitana del Valle de Aburrá Colombia ha realizado una reestructuración del territorio en materia de las necesidades de transporte público, acceso a las diferentes comunas y barrios de los municipios, inclusión social, el acceso a todo el sistema se hace por integración lo cual genera tarifas integradas y asequibles por diferentes perfiles, además, la implementación de diferentes tipos de sistemas responde a la necesidades y características geográficas del territorio lo cual genera una inclusión social y equidad social al eliminar los limitantes a los habitantes de las periferias en materia de transporte, Por último, mejora la calidad de vida de los habitantes al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje en los diferentes recorridos. (Bertossi & Romane, 2019).

### **6.3 Componente de sostenibilidad económica.**

En este componente el sistema integrado de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de Curitiba/Brasil representa un éxito al mejorar el bienestar económico de los habitantes urbanos de los diferentes sectores de la ciudad, este se refleja al permitir tener una integración del sistema con los diferentes corredores con bajas tarifas para aquellos habitantes que requieren hacer otros desplazamientos.(Suzuki et al., 2014).

Una situación diferente en el componente de sostenibilidad económica refleja los sistemas integrados de transporte masivo de Bus Rapid Transit (BRT) de la Ciudades de Bogotá y Cali/Colombia. Donde Suzuki et al, (2014) enfatiza que, el deterioro de su operación, de los vehículos, de las vías y el empeoramiento de la congestión del tráfico representan un declive para el Transmilenio de Bogotá, la falta de cobertura en relación con el incremento urbanístico y poblacional obliga a los habitantes a utilizar varios sistemas de transporte para realizar sus recorridos lo que representa una afectación económica en sus pagos de viaje, del mismo modo, la falta de capacidad de respuesta del sistema no permite garantizar los tiempos de viaje lo que genera altas afluencias, sin embargo, si se cuenta con una integración tarifaria para los habitantes que tienen accesos a las diferentes líneas existentes del sistema.

Para el caso del sistema de transporte integrado masivo (MIO) de Bus Rapid Transit (BRT) de la Ciudad de Cali, el autor Cárdenas (2011) manifiesta que dentro de los beneficios económicos que ha generado el sistema, se considera la generación de aproximadamente 16.500 empleos temporales y 6.700 empleos directos en los diferentes niveles de la operación, no obstante, se consideran que debido a sus problemas de operación y las falencias en la flota, los tiempos de intervalos y de viaje no se garantizan, lo que causa demoras y acumulación de

usuarios a raíz de la poca fluidez, esto no permite el ahorro en los tiempos de desplazamientos lo que conlleva a los habitantes a buscar otras alternativas de transporte.(Cárdenas, 2011).

Volviendo la mirada hacia las Ciudades de la Paz y el Alto/Bolivia, Quito/Ecuador, Caraca/Venezuela, Medellín/Colombia, donde sus sistemas integrados de transporte masivo está enmarcado en un sistema de Metrocable, no podían dejar atrás su éxito en el componente de sostenibilidad económica, dado que, estas Ciudades comparten la característica de implementar un sistema que ha roto las barreras de difícil acceso a sus territorios, lo que permite una mayor accesibilidad a empleos a los habitantes en localidades distantes de sus residencias, dinamiza la oferta de profesionales que no pertenecen al sector y se requieren, de igual modo, genera un ahorro en los costos de desplazamiento al brindar una integración por todo el sistema, esto por razones que muchos habitantes requieren tomar más de un transporte, igualmente, brinda tarifas integradas lo que representa un ahorro para los habitantes y un ahorro de tiempo en los desplazamiento.(Quintero González, 2018).

Sin duda, en cuanto a las Ciudades Buenos Aires/Argentina y Ciudad de México/México en sus sistemas integrados de transporte masivo de mayor envergadura como lo son sistemas de Trenes Ferroviarios de alta capacidad, tienen una concordancia con el éxito que representa el componente de sostenibilidad económica, puesto que, estos sistemas se caracterizan por fomentar el transporte no motorizado y reducir los tiempos de viaje, generar mayor cobertura gracias a su extensa integración de sus líneas férreas, generando un ahorro en los costos de desplazamiento por su integración, debido que muchas personas requieren tomar más de un transporte y los sistemas brindan tarifas integradas, del mismo modo, brindan un ahorro de tiempo en los desplazamiento lo cual es garantizado por intervalos fijos y tiempos cortos de viaje.(CEPAL, 2010).

Incluso, la red metropolitana de movilidad de Santiago de Chile desarrollada mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta capacidad y Bus Rapid Transit (BRT), representa un éxito en el componente de sostenibilidad económica al brindar a sus habitantes un ahorro en los costos de desplazamiento gracias a su extensa integración, sus tarifas integradas y asequible, de igual manera los habitantes logran un ahorro de tiempo en los desplazamiento.(Sánchez, 2010).

Por último, los sistemas integrados de transporte masivo multimodal de mayor envergadura los representan la Región Metropolitana de Arrecifes/Brasil y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá/Colombia desarrollados mediante un sistema ferroviario de Trenes de alta

capacidad, Metro cable (Teleférico), Bus Rapid Transit (BRT) y Tranvía, su cobertura representa un éxito más en el componente de sostenibilidad económica para los habitantes de sus regiones, de tal manera que, el sistema integrado de transporte masivo de la Región Metropolitana de Recife se encuentra estructurado de modo que brinda tarifas integradas asequibles para todos los habitantes de sus 15 municipios y así permite realizar desplazamientos por toda la región a bajos costos, también logra brindar menores tiempos de desplazamiento y permite una mayor accesibilidad a empleos en los diferentes municipios sin restricción de desplazamiento.(Bertossi & Romane, 2019).

Para finalizar, el sistema integrado de transporte masivo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá brinda una eficiencia en los tiempos de desplazamientos, lo que hace que los tiempos sea más cortos, sus tarifas son bajas y permiten realizar integraciones por bajos costos en los diferentes sistemas de la red multimodal, cuenta con perfiles tarifarios lo que representa un ahorro para la población, Permite una mayor accesibilidad a empleos en los diferentes municipios generando mejores dinámicas laborales, brinda dinámicas de la economía local en términos de nuevas empresas pymes por su oferta de locales dentro y fuera del sistema, dinamiza la oferta de profesionales que no pertenecen al municipio donde se presenta la oferta, finalmente, Ahorro en los costos de desplazamiento (integración) muchas personas requieren tomar más de un transporte el cual se brindará por tarifas integradas.(Bertossi & Romane, 2019).

## 7. Conclusiones.

En conclusión, cada una de las Ciudades de América Latina y el Caribe cuenta con características demográficas y geográficas diferentes, sin embargo, todas ellas poseen en común el crecimiento urbanístico de las ciudades y el crecimiento de la población, lo que ha generado la necesidad de crear una infraestructura de transporte público que supla las necesidades de transporte para los habitantes de sus territorios. Dicho lo anterior, para abordar la problemática de construir sistemas integrados de transporte masivos sostenibles en sus diferentes regiones y territorios se debe tener en cuenta la geografía del territorio, condiciones urbanas, el desarrollo urbano, los usos del suelo que permita definir una cobertura y responda a las necesidades del territorio, además, es imprescindible en la planeación la integración de los sistemas integrados de transporte masivo a partir de las proyecciones de la densificación de los diferentes usos del suelo y las proyecciones del crecimiento demográfico que presentan las Ciudades por el desarrollo y crecimiento urbanístico y así el sistema integrado de transporte masivo tenga la capacidad de responder a las demandas del crecimiento demográfico a través del tiempo.

Cabe aclarar que, los sistemas integrados de transporte masivo hacen referencia a la implementación de uno o varios sistemas de transporte de manera integral (comprende y articula todas las zonas del territorio demográficas y las articula en corredores de su sistema que le permite ser completo) e intermodal (permite utilizar varios sistemas de transporte masivo según las necesidades geográficas), que permite cubrir altos volúmenes de usuarios, entre estos se encuentran los sistemas ferroviarios como Trenes, Tranvía, Monorriel, Tren Ligero o también, Metro Cable (Teleférico) y Bus Rapid Transit (BRT), estos sistemas son implementados bajo una infraestructura (instalación física), una combinación de equipos tecnológicos que permiten la planeación y desarrollo operacional para así dar respuesta a las necesidades de movilidad de un territorio.(Metro de Medellín, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, para lograr la implementación de sistemas integrados de transporte masivo en la Ciudades de América Latina y el Caribe se deben definir estrategias de movilidad que permitan seleccionar alternativas de sistemas de movilidad que respondan a las necesidades del territorio, estas estrategias deben buscar reinventar la movilidad y lograr que sean sostenibles en los territorios, dicho de otra manera, las estrategias para lograr sistemas integrado de transporte masivos sostenibles debe estar basada en dar cumplimiento a los criterios de los componentes de sostenibilidad ambiental, sostenibilidad social y sostenibilidad económica. No se trata de solo suplir la demanda de transporte público, se trata de alcanzar un

escenario deseable y posible en estrategias de movilidad sostenibles, reorientando hacia la oferta sostenible que conforma los elementos del territorio y su estrecha relación entre los usos del suelo, la movilidad y las necesidades sociales.

Es por eso, que el éxito de la implementación de los sistemas integrados de transporte masivo sostenibles radica siempre en asegurar que las decisiones relacionadas con el transporte público den cumplimiento a los criterios de los componentes de sostenibilidad ambiental, sostenibilidad social y sostenibilidad económica, quienes permiten garantizar que el sistema integrado de transporte logre una movilidad sostenible al enfrentar los impactos negativos ambientales que genera el transporte conocidos comúnmente como contaminación por gases de efecto invernadero, cambio climático, volumen de demanda que supera la oferta del servicio. Así como también, mejorar las condiciones sociales al subsanar la demanda necesaria y acceso al transporte, integración de las diferentes características topográficas del territorio urbano, integración en los diferentes sistemas, utilización eficaz de la capacidad de transporte, asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje, calidad del servicio y seguridad en el transporte. Y finalmente, mejorar las condiciones económicas al brindar tarifas estables y accesibles, una utilización eficaz de la infraestructura, reducción de los costos del transporte, reducción de los tiempos de viaje, garantizar el acceso equitativo que permite realizar los diferentes desplazamientos sin limitantes en el territorio.

Actualmente, hay sistemas integrados de transporte masivo que han logrado ser exitosos en los tres componentes de sostenibilidad (ambiental, social y económico) al cumplir con los criterios de los tres componentes y son considerados sostenibles, este es el caso de las Ciudades de Curitiba/Brasil, Ciudad de México, Santiago de Chile, Buenos Aires/Argentina, Ciudad de la Paz y el alto/ Bolivia, Quito/Ecuador, Caracas/Venezuela, Región Metropolitana de Arrecifes/Brasil y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá/Colombia, de los cuales, cada uno con sus características específicas han logrado resaltar los beneficios ambientales obtenidos, la solución asertiva que representan para las necesidades de transporte, brindar soluciones a la movilidad según sus características topográficas urbanas como aquellos habitantes que pertenecen a territorios periféricos de difícil accesos, y representar un valor económico significativo para los habitantes de sus diferentes ciudades.

Sin embargo, hay sistemas integrados de transporte que han sido un fracaso en los tres componentes de sostenibilidad (ambiental, social y económico), al no dar cumplimiento con los criterios de los tres componentes no son considerados sostenibles como es el caso de las Ciudades de Bogotá y Cali/Colombia, dado que, no se llevaron a cabo con las reducciones de contaminación atmosférica propuestas, presentan una falta de capacidad de respuesta a la alta

demanda de las necesidades de transporte de los usuarios, la solución a los problemas de transporte público son deficientes, no se encuentran implementados los corredores del sistema transporte masivo a partir de la densificación urbanística del territorio, las especificaciones del sistema relacionadas con las necesidades de las ciudades no fue la apropiada de acuerdo con las alternativas al sistema, finalmente como sistema de transporte masivo no suplen las necesidades de movilidad de los habitantes, especialmente, en materia de capacidad y cobertura.

Por último, se evidencia la importancia que al momento de planificar el territorio para la implementación de un sistema integrado de transporte masivo es necesario evaluar los componentes de sostenibilidad ambiental, social y económico, como también la proyección del desarrollo urbano, los usos del suelo, la geografía del territorio, la capacidad y la cobertura, los sistemas integrado de transporte masivo son la mejor apuesta en movilidad si se logra un equilibrio entre todos estos componentes y así lograr ser reconocidos como movilidad sostenible.

## 8. Anexo:

## Matriz - Identificación de sistemas integrados de transporte masivo en América Latina y el Caribe

JOHN FABER IBARRA DEDOYA  
EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.

ítem	Tipo	Título	Autores	Revista o fuente de información	Año	País	Ciudad	Características del proyecto	Componente de Sostenibilidad Ambiental	Componente de Sostenibilidad Social	Componente de Sostenibilidad Económico
Nº	Tipo de documento: artículo, informe, etc.	Título del documento	Quién escribió el documento	Revista o fuente en la cual fue publicado	Año en el que inicia la operación del sistema de transporte masivo	País donde se implementa el sistema de transporte masivo	Ciudad donde se implementa el sistema de transporte masivo	Describir el tipo sistema implementado y sus característica.	Enuncie el resultado del componente de Sostenibilidad ambiental que brinda el sistema en la ciudad donde es implementado	Enuncie el resultado del componente de Sostenibilidad social que brinda el sistema en la ciudad donde es implementado	Enuncie el resultado del componente de Sostenibilidad económica que brinda el sistema en la ciudad donde es implementado
1	Artículo científico	Análisis exploratorio de datos de transporte público en Curitiba	Nádia P. Kozievitch, Tatiana MC Gadda, Keiko VO Fonseca, Marcelo O. Rosa, Luiz C. Gomes-Jr, Monika Akbar.	Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR), Curitiba, PR – Brasil	2020	Brasil	Curitiba	Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 250 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones. Sistema de posicionamiento global (GPS) utilizando datos específicos como la ubicación de los autobuses en tiempo real, datos técnicos como la migración de datos espaciales, afluencia de usuarios, finalmente una geodatabase empresarial puede ayudar a resolver desafíos de transporte, información de los muchos orígenes, destinos, rutas y medios de transporte que pueden estar presentes, junto con sus ubicaciones, tiempo de viaje e intervalos. En la actualidad el sistema de Bus Rapid Transit (BRT) en Curitiba cuenta con 250 rutas, con una cantidad de 1500 buses biarticulados con una edad promedio de 7 años y con un transporte total de 2.700.000 usuarios diarios.			
	Libro	Transformando las ciudades con el transporte público	Hiroaki Suzuki, Robert Cervero y Kanako Luchi	Editorial Kimpres Ltda.	2014	Brasil	Curitiba		Las experiencias de la ciudad destacan los beneficios ambientales al equilibrar el desarrollo urbano a lo largo de ejes lineales atendidos por buses bajos en emisiones de CO2	Curitiba representa una muestra de justicia social al brindar a sus habitantes la red de sistema de transporte masivo con mayor cobertura en América Latina y el Caribe	Mejora el bienestar económico de los habitantes urbanos de los diferentes sectores, al permitir tener una integración del sistema con los diferentes corredores y acceso a bajas tarifas.
2	Artículo científico	Transporte público mediante cables, desde lo ambiental, lo social y lo económico: análisis de la legislación y normativa en Colombia (1989-2015)	Julián Rodrigo Quintero González	Revista Jurídica Piélagos, Vol. 17	2018	Colombia	Medellín	Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones. Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h. Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso. Todas las líneas actualmente cuentan con pendientes en promedio del 15% hasta 30%, Capacidad de 10 y 12 usuarios, un intervalo entre cabinas de 14 segundos que movilizan hasta 3.000 usuarios por hora.	Concebido como un sistema totalmente ecológico que ha equilibrado el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático	Equidad social al brindar (tarifas accesibles e integración). Inclusión social (se brinda como una solución a las necesidades de transporte a los barrios construidos en las periferias de difícil acceso, asentamientos de bajos recursos)	Ahorro en los costos de desplazamiento (integración) permite tomar más de un transporte el cual se brindará por tarifas integradas y ahorro del tiempo de desplazamiento.

3	Artículo científico	Transporte público mediante cables, desde lo ambiental, lo social y lo económico: análisis de la legislación y normativa en Colombia (1989-2015)	Julián Rodrigo Quintero González	Revista Jurídica Piélagus, Vol. 18	2019	Ecuador	Quito	Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones, Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h, Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso. Actualmente cuenta con una flota de 80 telecabinas y un total de 13 minutos de recorrido.	Concebido como un sistema totalmente ecológico que ha equilibrado el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático	Equidad social al brindar (tarifas accesibles e integración), Inclusión social (se brinda como una solución a las necesidades de transporte a los barrios construidos en las periferias de difícil acceso, asentamientos de bajos recursos)	Ahorro en los costos de desplazamiento (integración) permite tomar más de un transporte el cual se brindará por tarifas integradas y ahorro del tiempo de desplazamiento.
4	Artículo científico	Transporte público mediante cables, desde lo ambiental, lo social y lo económico: análisis de la legislación y normativa en Colombia (1989-2015)	Julián Rodrigo Quintero González	Revista Jurídica Piélagus, Vol. 19	2020	Venezuela	Caracas	Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones, Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h, Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso.	Concebido como un sistema totalmente ecológico que ha equilibrado el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático	Equidad social al brindar (tarifas accesibles e integración), Inclusión social (se brinda como una solución a las necesidades de transporte a los barrios construidos en las periferias de difícil acceso, asentamientos de bajos recursos)	Ahorro en los costos de desplazamiento (integración) permite tomar más de un transporte el cual se brindará por tarifas integradas y ahorro del tiempo de desplazamiento.
5	Artículo científico	Transporte público mediante cables, desde lo ambiental, lo social y lo económico: análisis de la legislación y normativa en Colombia (1989-2015)	Julián Rodrigo Quintero González	Revista Jurídica Piélagus, Vol. 20	2021	Bolivia	La Paz y el alto	Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones, Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h, Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso. En la actualidad el sistema cuenta con 10 líneas de las cuales 3 conectan a la ciudad de la Paz con la Ciudad de Alto, 72 paradas, 36 estaciones, una flota de 776 cabinas, más de 4.000 metros de altura, un intervalo de 12 segundos entre cabinas, 10 usuarios por cabina y 4.000 pasajeros por hora.	Concebido como un sistema totalmente ecológico que ha equilibrado el deterioro ambiental y mitiga el cambio climático	Equidad social al brindar (tarifas accesibles e integración), Inclusión social (se brinda como una solución a las necesidades de transporte a los barrios construidos en las periferias de difícil acceso, asentamientos de bajos recursos)	Ahorro en los costos de desplazamiento (integración) permite tomar más de un transporte el cual se brindará por tarifas integradas y ahorro del tiempo de desplazamiento.
6	Artículo científico	Políticas de transporte urbano: El caso del sistema masivo de transporte en el área metropolitana de Cali	Carlos Wladimir Gómez Cárdenas	Revista de Economía & Administración, Vol. 8	2011	Colombia	Cali	Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 160 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones. En la actualidad cuenta con un trazado de 243 kilómetros dentro de los cuales hay 49 kilómetros de corredores troncales, 78 kilómetros de corredores pre troncales y 116 kilómetros de complementarios.	El sistema pretendía reducir el 39% de las emisiones de monóxido de carbono, el 32% de las emisiones de óxido de nitrógeno y el 8% de la emisión de compuestos volátiles, sin embargo, el deterioro en el sistema integrado de transporte masivo hace que sus proyecciones a mejorar las condiciones ambientales no se logren.	Se encuentra comportamientos sociales en temas de cultura en el transporte como la falta de civismo y cultura, irrespeto por las sillas exclusivas a adulto mayor y personas con movilidad reducida, intolerancia por la calidad del servicio.	Debido a sus problemas de operación los tiempos de intervalos y tiempos de viaje no se garantizan, no se está generando el ahorro en tiempo de viaje.

7	Artículo científico	Convergencia y divergencia en las políticas de transporte y movilidad en América Latina: Ausencia de co-modalismo urbano	Gabriel Pérez Salas Ricardo J. Sánchez	Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	2010	Chile	Santiago	Metro: Sistema de trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, cuentan con vía propia, guiado mediante rieles, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones, sistema de señalización propio, sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO), sistema de programación lógica controlable (PLC), velocidad máxima de 80km/h, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito. En la actualidad el sistema consta de 7 líneas, 136 estaciones y una extensión de 140 km. Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 160 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones.	La reducción de emisiones de CO2 y otros contaminantes asociados al transporte ha sido de total compromiso, al contar con uno de los sistemas de movilidad sostenible más modernos de América Latina y el Caribe	Ha recortado las carencias y necesidades de transporte público, la desigualdad y exclusión social al brindarle a sus habitantes una gran cobertura de red del sistema integrado de transporte masivo	Brinda ahorros en los costos de desplazamiento gracias a su extensa integración, permitiendo que muchas personas que requieren tomar más de un transporte o realicen mediante tarifas integradas
8	Artículo científico	Infraestructuras de transporte bajas en carbono: experiencias en América Latina	Raúl Erazo	Comisión económica para América Latina y el Caribe.	2010	Argentina	Buenos Aires	Metro: Sistema de trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, cuentan con vía propia, guiado mediante rieles, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones, sistema de señalización propio, sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO), sistema de programación lógica controlable (PLC), velocidad máxima de 80km/h, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito. En la actualidad cuenta con 6 líneas con una extensión total de 62.2 km y 90 estaciones.	Este sistema ha representado un una clara reducción de emisiones de carbono en el transporte de la ciudad brindando una mejor calidad del aire para sus habitantes	Promueve la efectividad de los desplazamientos de los habitantes de la Ciudad mejorando la calidad de vida de los habitantes al asegurar diariamente el tránsito y el tiempo de viaje en los diferentes desplazamientos, brinda una seguridad en el transporte para los usuarios y un acceso de igualdad social	Permite ahorro en los costos de desplazamiento por su integración y los reducir los tiempos de viaje.
9	Artículo científico	Infraestructuras de transporte bajas en carbono: experiencias en América Latina	Raúl Erazo	Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	2010	Mexico	Ciudad de Mexico	Metro: Sistema de trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, cuentan con vía propia, guiado mediante rieles, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones, sistema de señalización propio, sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO), sistema de programación lógica controlable (PLC), velocidad máxima de 80km/h, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito. En la presente cuenta con una extensión de más de 200 km y un total de 12 líneas, tiene 195 estaciones tanto elevadas, a nivel y subterráneas.	El sistema integrado de transporte masivo avanza en servicios de infraestructura de transporte sostenibles orientada básicamente a la constante reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con este propósito de coordinación y concentración en materias de sostenibilidad han logrado mejorar la calidad del aire y atención al tema del cambio climático.	Su gran número de líneas representan una gran cobertura para los habitantes de la ciudad brindando una inclusión social en materia de acceso al transporte integrado masivo el cual facilita realizar sus diferentes desplazamientos	Brinda ahorros en los costos de desplazamiento gracias a su extensa integración mediante tarifas integradas, de igual manera, hay un ahorro de tiempo en el desplazamiento.
10	Artículo científico	Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivos en las principales ciudades de América latina.	Carlos Felipe Pardo.	Comisión económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL)	2009	Colombia	Bogotá	Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 160 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones. Actualmente tiene una extensión de 113km, moviliza en promedio 2.300.000 usuarios al día lo cual es superior a muchos sistemas férreos de América Latina y el Caribe.			
	Libro	Transformando las ciudades con el transporte público	Hiroaki Suzuki, Robert Cervero y Kanako Luchi	Editorial Kimpres Ltda.	2014	Colombia	Bogotá		Su deterioro en el sistema integrado de transporte masivo hace que su proyecciones a mejorar las condiciones ambientales no sean de gran impacto para la ciudad	El sistema integrado de transporte público Transmilenio no se encuentra coordinado con la expansión urbana, lo cual no hay un coordinación con los usos del suelo, esto representa que muchos barrios de la ciudad no tengas acceso al sistema integrado de transporte masivo y no se vea reflejada una equidad social	La falta de cobertura en relación con el incremento urbanístico y poblacional obliga a los habitantes a utilizar varios sistemas de transporte para realizar sus recorridos lo que representa una afectación económica.

11	Artículo científico	Organización institucional del transporte metropolitano en América Latina: 3 casos de estudio	Romane Jannin, Fanny Bertossi	Codatu: Trabajo sustentable para ciudades en desarrollo	2019	Brasil	Región Metropolitana de Recife	<p>Metro: Sistema de trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, cuentan con vía propia, guiado mediante rieles, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones, sistema de señalización propio, sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO), sistema de programación lógica controlable (PLC), velocidad máxima de 80km/h, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 160 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones.</p> <p>Tranvía guiado por rieles y soportado con neumáticos, rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones y paradas, sistema de señalización propio, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito, capacidad franquear pendientes hasta del 15%, capacidad de galibo reducido.</p> <p>Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones, Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h, Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso. En la actualidad cuenta con 3 líneas ferroviarias, 1 línea de tranvía, 2 corredores de Bus Rapid Transit (BRT) 1 línea de cables.</p>	La implementación del sistema integrado Metropolitana representa una reducción de las emisiones atmosféricas de manera significativa dentro de la región, gracias al intermodal sistema integrado de transporte masivo que tiene niveles muy bajos en emisiones atmosféricas.	Su mayor éxito es integrar un sistema complementar en los diferentes territorios que no cuentan con el sistema de transporte masivo directo de acuerdo a las características de su territorio	Brinda tarifas integradas asequibles para todos los habitantes de sus 15 municipios que permite desplazarse por toda la región
12	Artículo científico	Organización institucional del transporte metropolitano en América Latina: 3 casos de estudio	Romane Jannin, Fanny Bertossi	Codatu: Trabajo sustentable para ciudades en desarrollo	2019	Colombia	Área Metropolitana del Valle de Aburrá	<p>Metro: Sistema de trenes ferroviarios de alta capacidad, bidireccionales, cuentan con vía propia, guiado mediante rieles, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones, sistema de señalización propio, sistema de seguimiento de operador automático de tren (ATO), sistema de programación lógica controlable (PLC), velocidad máxima de 80km/h, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito Bus Rapid Transit (BRT), Buses biarticulados Rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas. Motores diésel, gas natural, eléctricos. Guiado por neumáticos, capacidad hasta de 160 usuarios, diseñado específicamente con una infraestructura para mejorar el flujo de pasajeros con intervalos en tiempos de recorridos, acceso por medio de estaciones y paradas, acceso a personas con movilidad reducida (PMR) o discapacidad, sistema de señalización con prioridad en las intersecciones.</p> <p>Tranvía guiado por rieles y soportado con neumáticos, rutas con carriles exclusivos en las zonas urbanas, sistema de tracción eléctrica, sistema de motores síncronos o asíncronos, generación de electricidad, acceso al sistema por medio de estaciones y paradas, sistema de señalización propio, sistema eléctrico por medio de catenaria y pantógrafos de grafito, capacidad franquear pendientes hasta del 15%, capacidad de galibo reducido.</p> <p>Sistema de Metrocable: Es un sistema de teleféricos (telecabinas) integradas a un sistema de cable aéreo de gran resistencia que permite su desplazamiento aéreo, acceso por medio de estaciones, Sistema de vía elevada apoyada con un sistema de pilonas, capacidad de franquear pendientes del 58%, Sistema de tracción eléctrica, Velocidad hasta 30km/h, Capacidad de usuarios de 10 hasta 60 personas (depende del modelo de cabina que se utilice), intervalo entre cabinas hasta máxima de 14 segundos, son utilizados para territorios periféricos de difícil acceso. Actualmente cuenta con 02 líneas ferroviarias de metro, 4 Metrocables teleféricos en operación para usuarios, 1 Metrocable turístico y 1 Metrocable en obra, 02 líneas de Bus Rapid Transit (BRT), 1 línea de tranvía y finalmente 35 rutas de buses alimentadoras de gas natural integradas lo cual ha permitido mover 1.500.000 usuarios por día.</p>	Es uno de los sistemas integrados de transporte masivos multimodal más modernos de América Latina y el Caribe que desde su gestión ambiental reduce los índices de contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero y mitiga el cambio climático	Ha realizado una reestructuración del territorio en materia de las necesidades de transporte público brindando un acceso a las diferentes comunas y barrios de los municipios generando una inclusión social	Brinda una eficiencia en los recorridos y tiempos de desplazamientos lo que hace que los tiempos de recorridos sea más cortos. Sus tarifas son bajas y permiten realizar integraciones por bajos costos en los diferentes sistemas de la red multimodal

Fuente: Elaboración propia alimentada con la información de: (Kozievitch et al., 2020), (Suzuki et al., 2014), (Quintero González, 2018), (Cárdenas, 2011), (Sánchez, 2010), (CEPAL, 2010), (Pardo, 2009)(Bertossi & Romane, 2019).

## 9. Referencias bibliográficas.

- AMVA-UPB. (2015). Línea Base P. P. Construcción Sostenible Area Metropolitana del Valle de Aburra (Área Metropolitana del Valle de Aburrá (ed.); 1st ed.). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. [https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion\\_sostenible/PPCSILineaBase27112015.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion_sostenible/PPCSILineaBase27112015.pdf)
- Bertossi, F., & Romane, J. (2019). Organización institucional del transporte metropolitano en América Latina: 3 casos de estudio. Cooperación Técnica CODATU, 1–26. <http://www.codatu.org/actualites/organizacion-institucional-del-transporte-metropolitano-en-america-latina-3-casos-de-estudio/>
- Cárdenas, C. (2011). Políticas De Transporte Urbano: El Caso Del Sistema Masivo De Transporte En El Área Metropolitana De Cali. *Revista De Economía Y Administración*, 8, 101–123. <https://cdsa.academica.org/000-036/155.pdf>
- CEPAL. (2010). Convergencia y divergencia en las políticas de transporte y movilidad en América Latina: ausencia de co-modalismo urbano. *Boletín FAL*, 289(9), 1–8.
- Cobos, E. P. (2008). Presente y futuro de las metrópolis de América Latina \* Present and Future of Latin America 's Metropolis. *Territorios*, 147–181.
- Consultoría y gestión urbana y ambiental. (2020). Productos y Servicios Estrategias de Movilidad Sustentable. *CON URBA*, 52(443), 1–5. <http://conurbamx.com/home/estrategias-de-movilidad-sustentable/#:~:text=Establecer estrategias que integren programas,aspectos ambientalistas%2C como mitigar la>
- Erazo, R. (2010). Infraestructuras de transporte bajas en carbono: experiencias en América Latina. *Boletín FAL*, 10. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36157/1/FAL-312-WEB\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36157/1/FAL-312-WEB_es.pdf)
- Fernández Durán, R. (2011). Un planeta de metrópolis (en crisis). Explosión urbana y del transporte motorizado, gracias al petróleo. *Hábitat y Sociedad*, 2, 1–37. <https://doi.org/N/A>
- Gaitán, M., & Cárdenas, P. A. (2017). Guía para la elaboración de Inventarios de Emisiones Atmosféricas. [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/documentos\\_relacionados/GUIA\\_PARA\\_LA\\_EL](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/documentos_relacionados/GUIA_PARA_LA_EL)

## BORACION\_DE\_INVENTARIOS\_DE\_EMISIONES\_ATMOSFERICAS.pdf

- Guillamón, D., & Hoyos, D. (2019). Movilidad Sostenible de la teoría a la práctica. Manu Robles - Arangiz Institutua, 1er(N/A), 49. <http://www.bantaba.ehu.es/obs/ocont/dessost/desdoc/movsosten/>
- Guzmán-García, L. A. (2011). Optimización dinámica de estrategias de movilidad sostenible en áreas metropolitanas (U. P. de Madrid (ed.); 1st ed.). Departamento de Ingeniería Civil. Transportes Universidad Politécnica de Madrid. [http://oa.upm.es/8822/1/LUIS\\_ANGEL\\_GUZMAN\\_GARCIA\\_2.pdf](http://oa.upm.es/8822/1/LUIS_ANGEL_GUZMAN_GARCIA_2.pdf)
- Hurtado, A., Torres, A., & Miranda, L. (2011). El programa de sistemas integrados de transporte masivo en Colombia ¿un ejemplo de recentralización de la gestión de las ciudades. Territorios, unknown(25), 95–119. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/1846/1635>
- Kozievitch, N. P., Gadda, T. M. C., Fonseca, K. V. O., Rosa, M. O., Gomes Jr., L. C., & Abkar, M. (2020). Exploratory Analysis of Public Transportation Data in Curitiba. 36–47. <https://doi.org/10.5753/semish.2016.9516>
- Kreuzer, F. M., & Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia energética y movilidad en América latina y el Caribe. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, 1, 305. <https://doi.org/LC/W.602/Rev.1>
- Metro de Medellín. (2014). Plan maestro 2006 -2030 Confianza en el futuro. Revista Metro, 7, 1–71. <https://doi.org/ISSN: 2248-471X>
- Omorí, C. H., Silva, C. A. A., Sallum, A. M. E., Rodrigues Pereira, R. M., Lúciade Sá Pinto, A., Roschel, H., & Gualano, B. (2012). Exercise training in juvenile dermatomyositis. Arthritis Care and Research, 64(8), 1186–1194. <https://doi.org/10.1002/acr.21684>
- Pardo, C. F. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, N/A(N/A), 33. <https://doi.org/LC/W.229>
- Quintero González, J. R. (2018). Transporte público mediante cables, desde lo ambiental, lo social y lo económico. Revista Jurídica Piélagus, 17(1), 69–82. <https://doi.org/10.25054/16576799.1733>
- Sánchez, R. J. (2010). Convergencia y divergencia en las políticas de transporte y movilidad en América Latina: Ausencia de co-modalismo urbano Comisión Económica para

América Latina y el Caribe. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe.  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/36051-convergencia-divergencia-politicas-transporte-movilidad-america-latina-ausencia>

Suzuki, H., Cervero, R., & Luchi, K. (2014). Transformando las Ciudades con Transporte Público (E. K. Ltda. (ed.); Ediciones). Public Disclosure Authorized.  
<http://documents1.worldbank.org/curated/en/895051468329469373/pdf/Informe-principal.pdf>

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación La búsqueda de significados. Editorial Paidós, 1ro, 50–62.  
<https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>

Transporte, M. (1997). Decreto 3109 de 1997 ley de masivos.pdf. Ministerio de Transporte, 1997(diciembre 30).  
[https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/143/1/DECRETO\\_3109\\_DE\\_1997.pdf](https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/143/1/DECRETO_3109_DE_1997.pdf)

Vasconcellos, E. A. (2019). Contribuciones a un gran impulso ambiental para América Latina y el Caribe, movilidad urbana sostenible. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe, 1(N/A), 88. <https://doi.org/LC/TS.2019/2>