

El transporte por cables y su papel en la movilidad urbana sostenible

The cable transport and its role in sustainable urban mobility

Julián Quintero González*, Yohana Ramírez Sosa** y Angélica Cortázar Ávila***



RESUMEN

Se presenta una abstracción acerca del desarrollo de la movilidad en las ciudades y de los sistemas de transporte por cables, su origen y evolución, sus características y su coherencia con las nuevas tendencias globales y políticas en materia de movilidad urbana. Se hace una descripción de las principales ventajas de éste tipo de sistemas las cuales se resaltan mediante la presentación de casos ejemplares en el marco global y latinoamericano. Se concluye que los sistemas de transporte por cables y sus diversos tipos, presentan una adecuada compatibilidad frente a los mecanismos y estrategias que componen los planes de movilidad urbana sostenible en las ciudades, mostrando como principales ventajas el ser sistemas efectivos, seguros, cómodos, rápidos, y con importantes beneficios en el medio ambiente, una alternativa que podría aportar a mejorar las condiciones de la movilidad urbana en las ciudades de Latinoamérica.

Palabras clave: Transporte por Cables, Movilidad Urbana, Transporte Sostenible, Movilidad Urbana Sostenible.

ABSTRACT

An abstraction on the development of mobility in towns and cable transport systems, their origin and evolution, its characteristics and its consistency with the new global and political trends in urban mobility is presented. A description of the main advantages of this type of systems is made and are highlighted by the presentation of case studies on global and Latin American framework. It is concluded that the cables transport systems and their various types, present adequate support against the mechanisms and strategies that make plans for sustainable urban mobility in cities, showing the main advantages being effective, safe, comfortable, fast systems and with significant benefits to the environment, an alternative that could contribute to improving the conditions of urban mobility in the cities of Latin America.

Keywords: Cables Transport, Urban Mobility, Sustainable Transportation, Sustainable Urban Mobility.

* Ingeniero en Transporte y Vías, Esp., Mg., Docente e Investigador Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías, Grupo de Investigación y Desarrollo en Planeación y Operación del Transporte, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Tunja, julian.quintero@uptc.edu.co

** Ingeniera Civil (c), Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Tunja, yohana.ramirez@uptc.edu.co

*** Ingeniera Civil (c), Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Tunja, angelica.cortazar@uptc.edu.co

I. INTRODUCCIÓN

Los conflictos de movilidad urbana representan una problemática creciente en aquellas ciudades que se ven inmersas en el desmedido aumento de sus parques automotores, así como de la cantidad de viajes que requieren los usuarios de los sistemas de transporte, aspectos que se derivan del desarrollo económico propio de ciudades, una constante de cualquier asentamiento urbano en la actualidad. En esta problemática intervienen diferentes elementos como lo son los vehículos, los usuarios y la infraestructura del transporte, que combinados en forma armónica permiten el desarrollo de una movilidad urbana adecuada, pero que en desequilibrio desencadenan una serie de eventos que favorecen el crecimiento descontrolado del problema de tránsito que aqueja desde décadas atrás a las ciudades pequeñas e intermedias del pasado convertidas hoy en grandes metrópolis.

Así, dentro de los factores que intervienen en el problema del tránsito pueden distinguirse los siguientes: diferentes tipos de vehículos en la misma vía, superposición del tránsito motorizado en vías inadecuadas, falta de planificación en el tránsito, el automóvil no considerado como una necesidad pública y la falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario [1]. El estudio de estos factores a partir de disciplinas como la Ingeniería de Transporte, la Ingeniería de Tránsito, la Ingeniería de Carreteras y la Ingeniería Civil, han permitido llegar a un consenso de la importancia de atender la problemática de la necesidad del transporte y los conflictos del tránsito; a la vez que han planteado soluciones eficaces orientadas al mejoramiento de los niveles de servicio de los sistemas de transporte por medio del incremento del parque automotor y la reducción de los tiempos de viaje, además de la construcción de vías más robustas que alberguen mayores flujos vehiculares, que al mismo tiempo generan mayores conflictos de tráfico y problemas en el transporte.

Sin embargo, a partir de los años 90 y durante las últimas dos décadas, el desarrollo de disciplinas como la Ingeniería Ambiental y la Gestión Logística y su inclusión en el planteamiento de inno-

vadoras y mejores soluciones a los problemas del transporte, ha permitido centrar la mirada en el desarrollo de los llamados medios de transporte sostenible no motorizados como la bicicleta y el modo peatonal, además de sistemas de transporte considerados masivos como el metro, el tranvía y el transporte por cables. Éste último muestra importantes ventajas desde el punto de vista de su implementación en condiciones topográficas difíciles, su capacidad horaria, regularidad del servicio, costos de implementación y reducción de emisiones al medio ambiente. Atendiendo a lo anterior, se realizó una investigación cuyos resultados se muestran en el presente artículo, el cual pretende exponer las características principales del sistema de transporte por cables, sus ventajas como sistema alternativo en áreas urbanas y su importancia como elemento en la movilidad urbana sostenible en las ciudades.

II. MOVILIDAD URBANA

Dado que todas las personas tienen derecho a circular libremente y los espacios en los que se desplacen deben estar debidamente adaptados a las necesidades de estas [2], es necesario referirse a la movilidad urbana, considerada como un conjunto de servicios, los cuales pretenden satisfacer la necesidad de las personas de trasladarse de un lugar a otro mejorando su calidad de vida, de forma que su integridad no se vea afectada por dicha acción. La movilidad urbana juega un papel importante en las ciudades, puesto que los habitantes se encuentran en continuo desplazamiento conforme a las diferentes actividades que realizan durante el día, ya sea por trabajo, estudio, o diversión; tanto los medios de transporte que se utilizan, como la infraestructura diseñada para estos, son factores que pueden afectar la movilidad urbana. Es posible inferir que si la infraestructura vial de una ciudad no fue diseñada para el tipo de vehículos y la cantidad de los mismos que transitan en la actualidad, se pueden generar congestiones y daños en dicha infraestructura, que a largo plazo afectarán el flujo normal de los vehículos generando demoras y problemas ambientales, en dado caso en que los vehículos aumenten en cantidades descontroladas, puede llevarse a la ciudad a una crisis medio ambiental.

Es así como la movilidad urbana implica una buena administración y un buen uso de los espacios públicos teniendo como prioridad la comodidad y necesidades de la comunidad, dado que es ésta la que se ve afectada en primera medida por el mal funcionamiento del sistema de transporte, así como por la adquisición de enfermedades como consecuencia del ambiente nocivo que genera la emisión de gases contaminantes, y es ésta también la que sufrirá las consecuencias de los cambios que presente el medio ambiente por acción de los mismos. Por esta razón, no solo se centra en tener espacios viales que cumplan eficazmente con su función, sino que además pretende generar zonas verdes y de recreación que consoliden una conexión entre la ciudad y la naturaleza, generando un equilibrio que permita hacer más ecológicas las ciudades en las que habitamos.

III. SISTEMAS DE TRANSPORTE EN LAS CIUDADES

Se puede establecer una clasificación de modos de transporte que se desarrollan en las ciudades, discriminándolos en tres grupos; terrestre, aéreo y acuático, los cuales a la vez están compuestos por múltiples denominados “medios” que permiten obtener una mejor clasificación de las diferentes formas en que se desarrolla el transporte (ver tabla I). En forma similar a la clasificación de acuerdo al medio, también se pueden definir diversos tipos de transporte atendiendo a la naturaleza de las actividades que desarrolla, en éste aspecto se podrían distinguir el transporte público, el transporte privado, el de pasajeros y el de carga; éste último podría ser general, de alimentos, de animales y de mercancías.

Por supuesto, y aunque existen otros medios de transporte, los anteriormente mencionados son los que se considera se desarrollan principalmente en las áreas urbanas y periféricas de ciudades, incluyendo los cursos de agua que las atraviesan o áreas boscosas y rocosas con altas pendientes. Dentro de éstos medios de transportes se destacan el peatonal, la bicicleta, el tranvía y todos los medios de transporte por cables (figura 1) como los que mayores beneficios aportan al medio ambiente y la salud pública, por lo cual son considerados de mayor coherencia con las actuales políticas globales relacionadas con movilidad urbana sostenible.



Figura 1. Teleférico Cabrío, Suiza [3]

Tabla I. modos y medios de transporte

Modo	Medio	Unidades Transportadoras
Terrestre	Carretero	Automóvil, Bus, Bus Metropolitano, Camión, Motocicleta, Bicicleta, Peatonal.
	Ferrovionario	Tren, Metro, Tranvía, Tren de Alta Velocidad.
	Cables	Teleférico, Funicular, Ferrocarril Funicular, Telecabina.
Aéreo	Aéreo Aerodinos	Aviones, Helicópteros.
	Aéreo Aerostatos	Globo Aerostático, Dirigible.
Acuático	Fluvial	Transbordador o Ferry.

Fuente: Los autores.

IV. TRANSPORTE POR CABLES

A. Reseña histórica

El transporte por cables ha sido utilizado históricamente con el propósito de trasladar personas y mercancías, este surge en busca de una solución al problema de movilidad en situaciones de difícil acceso en las cuales se presentan pendientes muy elevadas o ascensos escarpados, para lo cual se utiliza un sistema basado en poleas y cables. El origen de los sistemas de transporte por cable corresponde a décadas de historia atrás, remontándose al Siglo XIV, donde hizo su primera aparición [4]. En el siguiente siglo, los cables fueron utilizados para el mejoramiento del ferrocarril con el fin de adaptarlo a zonas montañosas, obteniéndose de esta forma el funicular, el cual se usó inicialmente para el transporte de mercancías y diversos materiales necesarios en la construcción de obras en lugares de difícil acceso. Originalmente algunos de estos sistemas eran rudimentarios, ya que funcionaban por tracción animal o humana ayudados de sistemas de poleas fijas en las torres que sostenía también las cuerdas; posteriormente y debido al avance tecnológico de la época se generaron cambios favorables como la utilización de cuerdas de acero y sistemas de tracción con motores, lo cual permitió dejar de lado los rieles y generar un método más cómodo de transporte en minas y pozos profundos. En 1830 se implantó este sistema en las minas alemanas, donde se utilizaron por primera vez cables hechos de hilos de metal.

A mediados del Siglo XIX se comenzó a dar un uso distinto a los funiculares empleándolos para el transporte de pasajeros, sin embargo durante este siglo estos se utilizaron principalmente para la movilización de materiales. El primer teleférico conocido para el transporte de viajeros fue construido en 1866 por Ritter, en Schaffhasen (Suiza), para la vigilancia de las turbinas instaladas en el Rhin [5]. Con el fin de conseguir acceso a la montaña L'Aiguille du Midi (Francia), la cual cuenta con una altitud de 3.842 metros; en 1905 se realizó el estudio del primer teleférico de montaña; desde ese momento hasta finales de la

primera guerra mundial se construyeron 2.700 teleféricos en Europa para el transporte militar y civil, con los cuales también se suplían las necesidades de abastecimiento en la población. Este sistema de transporte generó múltiples expectativas en cuanto al transporte de pasajeros, por lo que reemplazó al funicular.

Más adelante, a partir de 1933 se emplearon las sillas de esquí, con las cuales se desarrollaron modelos innovadores con tecnologías más avanzadas; en este año se abrió al público el primer teleférico construido con fines deportivos en Megeve; desde entonces, el sistema de transporte por cables más utilizado a nivel mundial es el teleférico, diseñado en su mayor parte con fines turísticos. Aunque este medio de transporte se ve limitado en cuanto a la capacidad de carga y la longitud del trayecto, es un modo sencillo y muy conveniente, ya que permite la movilidad en un espacio totalmente libre de demoras o congestiones por tráfico, esto derivado de tener limitados accesos, siendo esta la fortaleza de su movilidad. Además de esto brinda comodidad y tranquilidad al usuario, lo cual ha aportado soluciones a muchos de los problemas de movilidad que actualmente afectan a las ciudades con espacios de tránsito vehicular limitados.

B. Ventajas del transporte por cables

Los sistemas de transporte por cables ofrecen múltiples ventajas desde el punto de vista de la topografía y los costos de implementación y operación de los sistemas, para lo cual distinguen las siguientes [5]:

- 1) Facilidad para superar las irregularidades del terreno, así como pendientes longitudinales y transversales, si se hace la elección del sistema adecuado.
- 2) Considerando el mismo personal en el servicio, una significativa mayor capacidad horaria frente al transporte carretero.
- 3) Automatización del sistema de transporte y regularidad del servicio.
- 4) Desde el punto de vista económico se logra una rápida recuperación del capital invertido, el cual es bajo en la etapa de instalación.

Otra ventaja importante es el ser considerado un modo de transporte limpio, disminuyendo directamente las emisiones de dióxido de carbono y terminando con el aislamiento de los barrios más pobres, éste es el caso de los teleféricos de Medellín en Colombia y Caracas en Venezuela (figura 2), pioneros en la década del 2000 [6].

C. Desventajas del transporte por cables

En cuanto a las desventajas se puede señalar que [5]:

- 1) El sistema de transporte por cables no presenta una adecuada elasticidad frente a los periodos pico del tráfico, para lo cual se tendrían que sobredimensionar las instalaciones del sistema con el ánimo de satisfacer las condiciones presentes en dichos periodos
- 2) Localización obligada de estaciones en términos de tiempo y espacio.
- 3) Trazado exclusivo rectilíneo.
- 4) Restricción de longitud de los tramos que componen el sistema y la carga máxima que puede ser transportada.



Figura 2. Teleférico de Caracas, Venezuela [7]

V. TRANSPORTE POR CABLES Y MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

A. Movilidad Urbana Sostenible

El incremento en el parque automotor de las ciudades afecta en gran medida a las personas que habitan en ellas, ya que además de aumentar la contaminación del aire, también lo hacen la contaminación auditiva y las demoras que deben afrontar los usuarios de servicios de transporte público y privado; las personas que se desplazan pueden escoger de acuerdo a sus necesidades el medio de transporte que más les conviene y que llene a cabalidad sus expectativas, sin embargo, se presentan casos en los que estas personas por diferentes razones (económicas, físicas, morales, etc.) no encuentran un medio de transporte apto para sí mismas y se ven vulneradas a este derecho, lo cual afecta en gran medida a la sociedad en general. A razón de estos problemas, se han creado Planes de Movilidad Urbana PMU en la mayoría de las ciudades, que pretenden mitigar estas desventajas y apoyar a las personas que de una u otra forma presentan mayor dificultad al acceder al sistema de transporte urbano de su lugar de residencia.

Éstos planes de movilidad urbana se fundamentan en el significado de la movilidad sostenible en toda su extensión, en el cual se considera que la movilidad sostenible tiene como objetivo reconciliar las necesidades de movilidad de los ciudadanos con la calidad de vida y el medio ambiente, sin que ello suponga limitar el potencial de desarrollo que dichas actividades generan, ni restringir el derecho de las personas a un transporte de calidad [8]. Cuando se hace referencia a movilidad urbana sostenible, se plantea la movilidad sostenible enfocada en el desplazamiento que se genera dentro de la ciudad a través de las redes de conexión locales.

Mediante estudios de movilidad, se plantean estrategias que mejoren el funcionamiento de las redes de transporte en las ciudades y que generen un método de transporte más conveniente con el cual todos tengan la posibilidad de moverse y al cuál todos puedan acceder, además de promover una red que utilice diferentes métodos de transporte que se apoyen entre sí teniendo de



Figura 3. Ciudadanos haciendo uso de la bicicleta [9]

esta forma un tránsito más controlado y efectivo. Para un estudio de movilidad es necesario ante todo conocer la ciudad y el entorno en el que está siendo desarrollada, para así generar cambios en ésta sin que se afecten la economía y el ámbito social, además de conocer las razones que influyen en las decisiones personales al preferir unos medios de transporte más que otros (economía, genero, edad, ocupación.).

Se han diseñado estrategias en las cuales se utilizan formas más ecológicas de transporte, como el reintegro de la caminata y de la bicicleta a la ciudad (transporte no motorizado), que apoyadas con el servicio de transporte masivo logran la concientización de la comunidad en el uso de este mecanismo y dejan un poco de lado el transporte privado (figura 3). Uno de los planes más ambiciosos de movilidad urbana sostenible ha sido implementar los medios de transporte por cable, en algunas ciudades este plan ya se ha puesto en marcha y ha generado mucho éxito.

B. Políticas de movilidad urbana

En la actualidad el uso de sistemas de transporte por cables ha incursionado de manera importante en las políticas de movilidad urbana, más empresas privadas dedican sus actividades económicas al diseño y construcción de teleféricos para el transporte de personas, sistemas de transporte de materiales a granel y bultos, teleféricos para causar aludes mediante explosiones, sistemas de transporte público de cercanías tirados por cable, sistemas automáticos de teleféricos, telecabinas desembragables, telesillas desembragables, teleféricos combinados, funiculares, teleféricos vaivenes, telesillas fijas y telesquíes, entre otros

sistemas, incluso sistemas combinados novedosos de transporte por cables [10].

Hoy por hoy, los planes de movilidad en la ciudades consideran que el sistema de transporte público debe complementarse con la construcción de líneas de cable que integren las zonas de la ciudad donde las condiciones topográficas de alta pendiente dificulten la operación de los sistemas tradicionales de transporte, para lo cual, las autoridades municipales señalan que la tecnología de cable aéreo es una opción factible de implementar en este tipo de terrenos, además resulta ambientalmente amigable, reduce la emisión de agentes contaminantes, la necesidad de adquisición predial y el reasentamiento involuntario de la población [11]. Adicionalmente, y como parte del soporte de éstos beneficios, la mayoría de los países ya cuentan con legislación detallada que permite regular el diseño, construcción y operación de sistemas de transporte por cable, así como el fomento de éste tipo de sistemas dentro de los proyectos de infraestructura y desarrollo de las ciudades y la integración de los diferentes sectores productivos y de desarrollo de las naciones [12].

C. Desarrollo de cables en el marco global

Alrededor del mundo son muchos los proyectos de transporte por cables que han dado solución a los problemas de movilidad en distintas ciudades. Históricamente se ha construido todo tipo de teleféricos que permiten observar la belleza de cada una de las ciudades donde se han implementado, con lo cual es posible apreciar paisajes extraordinarios creados por la naturaleza o como resultado del ingenio del hombre, capaz de acceder a lugares remotos para construir tramos de extrema longitud o altitud, enfrentándose a diferentes condiciones climáticas y riesgos durante el proceso, con el fin de permitir que personas alrededor del mundo puedan apreciar estos paisajes que antes de la implementación de sistemas de transporte por cable eran desapercibidos debido a la dificultad para acceder a ellos.

Se tienen casos recientes y ejemplares como en Bolivia, donde se realizó un proyecto el cual une



Figura 4. Sistema Mi Teleférico en La Paz- El Alto, Bolivia. [14]

los municipios el Alto con la Paz (figura 4), este tuvo inicio el 30 de mayo de 2014 y es considerado el teleférico más largo del mundo. Este pro-

yecto consta de 427 cabinas en la cuales pueden viajar 10 personas cómodamente ubicadas en su interior; estas cabinas son distribuidas en tres corredores; la línea roja tiene 2664 m., la línea amarilla es más extensa con 3883 m. y la línea verde con 3830 m. Cada viaje dura de 10 minutos a 17 minutos aproximadamente dependiendo del largo de la línea. Tiene una capacidad de seis mil pasajeros por hora, en cada una de las líneas, que pueden acceder a este en 11 estaciones colocadas estratégicamente. Finalmente su estructura cuenta con 74 torres las cuales sostienen el sistema que es de tipo “monocable”, lo que significa que tiene un único cable que funciona como portante y a la vez como transportador [13].

Tabla II. Sistemas de transporte por cable en el mundo

Nombre	No. Cabinas	Capacidad Cabina	Vel. (m/s)	Duración	Longitud obl. (m)	Año const.
Teleférico de Pan de Azucar (Brasil) [15]	-	75	4,6	5 min	1400	1912
Teleférico de Banff (Canadá) [16]	-	4	4	8 min	2000	1959
Teleférico del Teide (España) [17]	2	35	8	10 min	2482	1965
Teleférico de Fuente Dé (España) [18]	2	20	10	3,4 min	1640	1966
Teleférico de Madrid (España) [19]	80	5	3,5	11 min	2457	1969
Teleférico Puerto de la Plata (República Dominicana) [20]	2	18	8	10 min	2730	1971
Teleférico Cerro Otto (Argentina) [21]	42	4	3	12 min	2100	1974
Teleférico Roosevelt Island Tramway (Nueva York) [22]	2	125	18	3 min	945	1976
Gondelbahn Grindelwald-Männlichen (Suiza) [23]	148	8	4	30 min	6071	1978
Teleférico de Zacatecas (México) [24]	10	14	1,5	7 min	650	1979
Teleférico de Santiago (Chile) [25]	72	20	4	20 min	4800	1980
Teleférico de Salta (Argentina) [26]	25	4	2	8 min	1016	1988
Teleférico de Genting (Malasia) [27]	40	8	6	15 min	3380	1997
Teleférico Funchal (Portugal) [28]	42	8	3	15 min	3178	1999
Teleférico de Quito (Ecuador) [29]	18	6	4,5	9 min	2500	2005
Teleférico Ngong Ping 360 (Hong Kong) [30]	109	17	3,8	25 min	5700	2006
Metrocable Caracas (Venezuela) [31]	51	8	5	9 min	1800	2007
Alas de Tatev (Armenia) [32]	-	25	10	11 min	5750	2010
Teleférico Cabrio (Suiza) [33]	2	60	8	16 min	2320	2012
Teleférico La Paz-El Alto (Bolivia) [34]	427	10	4,4	43 min	10377	2014

Fuente: Los autores.

Este proyecto fue desarrollado con el fin de suplir las necesidades de los habitantes. En Bolivia las condiciones del transporte son muy deficientes en cuanto a la oferta, la cantidad de personas que fueron beneficiadas con el proyecto supero las expectativas de sus creadores convirtiéndose en un éxito rotundo, ya que además de esto redujo los costos del transporte de un lugar al otro, el tiempo invertido por los viajeros, la congestión en el tráfico y por supuesto la contaminación ambiental, pues a partir de éste se disminuyen los consumos de combustibles fósiles como la gasolina y diésel, que afectan en gran medida al ecosistema y por tanto a la salud de los ciudadanos. En la tabla II se muestra una síntesis cronológica de los sistemas de transporte por cable más sobresalientes desde la primera década de los años 1900 hasta el año 2014.

En varias partes del mundo también se ha disfrutado de este medio de transporte aunque su utilización ha sido turística. Muchos ejemplos demuestran la gran invención de las personas que trabajan en este campo para la recreación de los demás. Se encuentra una variedad de teleféricos tan exóticos que parecen sistemas de otro planeta. Gracias a la tecnología que se ha desarrollado en gran parte del mundo, muchos lugares que gozan de paisajes hermosos son visitados y recorridos en estos sistemas que van más allá de un transporte convencional, desde teleféricos descapotados como el Cabrio, hasta teleféricos con piso de cristal como el teleférico de Hong Kong.

El Cabrio fue desarrollado en suiza, posee una gran capacidad ya que tiene dos pisos por cabina y puede albergar a sesenta pasajeros, treinta en cada piso; el segundo piso es una terraza la cual no tiene cables de por medio (estos están sujetos a los lados de la parte superior de la cabina), desde la cual se puede admirar un paisaje con nevados, bosques y lagos. Este tiene un recorrido de dieciséis minutos en los que logra alcanzar la cima del Stanserhorn. El segundo se encuentra en Hong Kong, las cabinas con suelo de cristal permiten obtener una vista desde otra perspectiva, el recorrido de 5,7 kilómetros aproximadamente muestra los mejores paisajes del lugar, que finalmente termina en la villa de



Figura 5. Sistema teleférico de Hong Kong. [36]

Ngong Ping donde hay una pequeña población. En este mismo lugar se encuentra el Buda de 34 metros de alto (figura 5) [35].

D. Perspectivas para Colombia

En Colombia la movilidad urbana ha tomado un papel importante debido al rápido desarrollo de las urbes; en la ciudad de Bogotá el parque automotor, que sufre un rápido y desmedido crecimiento, se compone básicamente de tres tipos de vehículos, el 92% corresponde a vehículos de servicio particular, un 7% públicos y el 1% restante a vehículos oficiales. Es preocupante notar en las estadísticas que del año 2007 al año 2011, 450.000 nuevos vehículos fueron registrados [37]. Esta situación ha generado incomodidad en cuanto al transporte en la ciudad, por esta razón se ha incorporado el transporte por cable en planes de movilidad urbana, en el Acuerdo 489 de 2012 se menciona la realización y otras especificaciones del proyecto cable aéreo para la ciudad de Bogotá que beneficiará sectores de la ciudad como el Tunal, Ciudad Bolívar, 20 de Julio, San Cristóbal entre otros [38], este tipo de proyectos contribuyen a la buena movilidad en las ciudades ya que no solo se reduciría el tiempo de viaje, también se constituirían como métodos ecológicos, económicos y que necesitan poco espacio para su funcionamiento.

De igual manera, el panorama es bueno para las ciudades colombianas al observar casos exitosos como el de la ciudad de Medellín, en la cual, el sis-

Tabla III. Sistemas de transporte por cables en Colombia

Nombre	No. Cabinas	Capacidad Cabina	Vel. (m/s)	Duración	Longitud obl. (m)	Año const.
Teleférico de Monserrate [41]	2	40	3,2	4 min	820	1953
Metro Cable de Medellín [42]	239	10	5-6	32 min	9323	2003
Telesillas Recinto del Pensamiento [43]	60	2	0,5	30 min	860	2006
Teleférico de Manizales [44]	42	10	5	7 min	2100	2009
Teleférico del Parque Nacional Chicamocha [45]	39	8	6	20 min	6300	2009

Fuente: Los autores.



Figura 6. Sistema Metrocable en Medellín, Colombia [40]

tema de transporte por cable Metrocable (figura 6) ha arrojado excelentes resultados en la prestación del servicio de transporte a los usuarios. Los administradores del sistema señalan que éste ha traído múltiples beneficios a la ciudad, entre los que se cuentan el ser una tecnología limpia, la reducción de la contaminación, la adaptabilidad a la topografía de la zona, mayor seguridad,

disminución de accidentalidad, menores costos de operación del sistema, transferencia de tecnología y a través de todos los anteriores el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios y ciudadanos en general [39].

A partir de la construcción del Metro cable de Medellín, en Colombia se han implementado diferentes sistemas de transporte por cable en varias ciudades, algunos de estos y sus características se pueden observar en la tabla III.

VI. CONCLUSIONES

La movilidad urbana se fundamenta en la administración y buen uso de las zonas en las que se desarrollan los diversos sistemas de transporte, así como de los espacios públicos destinados al tránsito de peatones y ciclistas. De la misma manera, al analizar la movilidad y su relación con el medio ambiente urbano, puede incorporarse el concepto de Movilidad Urbana Sostenible como el conjunto de mecanismos y estrategias tendientes a armonizar las necesidades de movilidad de los ciudadanos, con respecto a su calidad de vida y entorno, sin que por ello se limite el desarrollo de los sistemas de transporte, su efectividad y calidad.

El transporte por cables presenta una trayectoria extensa en su origen y desarrollo, lo cual permite definir en forma clara sus ventajas frente a otros sistemas de transporte, la facilidad para superar irregularidades del terreno, su mayor capacidad horaria y regularidad del servicio, la rápida recuperación de los rubros invertidos en su implementación, un servicio seguro, cómodo

y rápido, así como su reducido impacto en el medio ambiente lo muestran como una versátil alternativa para el mejoramiento de la movilidad en las ciudades.

Existe una perfecta compatibilidad entre los planes de movilidad reglamentados dentro de las políticas públicas de los países y los diversos tipos y combinaciones de tipos de sistemas de transporte por cables, lo cual puede evidenciarse en la diversidad de proyectos de cables actualmente en operación en todo el mundo. Ésta tendencia se ha trasladado a Latinoamérica, para lo cual se pueden resaltar ejemplos exitosos como el del Sistema Mi Teleférico en La Paz-El Alto, Bolivia, el Metrocable Caracas en Venezuela y el Metrocable en Medellín, Colombia, dejando un panorama con muy buenas perspectivas en lo relacionado con el desarrollo de la movilidad urbana sostenible en las ciudades de los países de la región.

REFERENCIAS

- [1] R., Cal Y Mayor y J. Cárdenas. *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*. 7ª Edición. Alfaomega Grupo Editor. México. 2008. p 14.
- [2] Unidos por los derechos humanos. *Declaración Universal De Los Derechos Humanos*. Artículo 13. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://www.humanrights.com/>
- [3] Diario del Viajero. *Suiza: hermosas panorámicas desde un teleférico descapotable*. 15 de Octubre de 2012. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://www.diariodelviajero.com/europa/suiza-hermosas-panoramicas-desde-un-teleferico-descapotable>
- [4] S., Mora. *Sistemas de Transporte por cables*. 18 de Octubre de 2012. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://es.scribd.com/doc/110381659/Sistema-de-transporte-por-cables#scribd>
- [5] A., Orro; M., Novales y M., Rodríguez. *Transporte por cable*. Cuadernos del Grupo de Ferrocarriles y Transportes, Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de la Coruña. Editorial Tórculo Artes Gráficas, A Coruña, Septiembre de 2003. 144 p.
- [6] S., Landrin. The Guardian. *Lift-off for urban cable car projects as cities seek transport solutions: France is the latest country to master the air and allow pedestrians to rise above the jams*. Tuesday 6 November 2012. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://www.theguardian.com/world/2012/nov/06/cable-cars-transport-solutions-france>
- [7] Hoy que hay. *Expo Navidad Caracas 2012 Teleférico-Caracas*. Diciembre 10 de 2012. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://hoyquehay.net/index.php/18393/expo-navidad-caracas-2012/teleferico-caracas/>
- [8] J., Ferreyra. *Movilidad urbana sostenible: un desafío para los gobiernos locales*. II Simposio. Políticas Gestión y Desarrollo, Colombia. Octubre de 2009. 3 p.
- [9] Facultad de Arquitectura, Universidad de Palermo. *Movilidad Urbana Sostenible*. Diciembre 10 de 2012. Consultado en Noviembre de 2014. En: http://www.palermo.edu/arquitectura/_imagenes/bivi.jpg
- [10] Doppelmayr Garaventa. *El mundo de los teleféricos*. Grupo Doppelmayr Garaventa. Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt, Austria. Garaventa AG, Goldau, Suiza. 2013. 16 p.
- [11] Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría de Movilidad. *Informe de rendición de cuentas programa movilidad humana*. Bogotá Humana, Secretaría de Movilidad. Bogotá D.C., Colombia. Febrero de 2014. pp. 7. 74 p.
- [12] República de Colombia. *Ley 1682 del 22 de Noviembre de 2013: por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias*. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Transporte. Bogotá D.C., Colombia. 2013, 45 p.

- [13] Estado plurinacional de Bolivia, ministerio de obras públicas servicios y viviendas. *Ficha técnica del proyecto telesférico*. Año 2013. Consultado en: Enero 26 de 2015. En: http://www.oopp.gob.bo/uploads/FICHA_TECNICA_DEL_PROYECTO_TELEFERICO_06_03_20131.pdf
- [14] Diario el nortino. *Ciudad la paz estrena línea del telesférico más alto del mundo*. Septiembre 16 de 2014. Consultado en enero 27 de 2015. En: <http://diarioelnortino.cl/ciudad-de-la-paz-estrena-segunda-linea-del-teleferico-mas-alto-del-mundo/>
- [15] Emol mundo. *Teleférico Pan de Azúcar en Rio de Janeiro cumple 100 años de existencia*. Viernes 26 de Octubre de 2012. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.emol.com/noticias/internacional/2012/10/26/566621/teleferico-del-pan-de-azucar-en-rio-de-janeiro-cumple-100-anos-de-existencia.html>
- [16] ViVancouver. *La Góndola de Banff*. Enero 18 de 2009. Consultado en Junio de 2015. En: <https://vivancouver.wordpress.com/2009/01/18/la-gondola-de-banff/>
- [17] Teleférico del Teide. *El Teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: https://www.telefericoteide.com/es/teleferico_del_teide
- [18] Cantur Sociedad Regional Cántabra de Promoción Turística S.A. *Teleférico de Fuente Dé*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://cantur.com/instalaciones/informacion-practica/5-teleferico-de-fuente-de>
- [19] Es Madrid. *Teleférico de Madrid*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.esmadrid.com/informacion-turistica/teleferico-de-madrid>
- [20] Puerto Plata. *El Teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.puertoplata.com.do/es/lugares-de-interes/el-teleferico>
- [21] Todo Bariloche, Guía Digital de San Carlos de Bariloche-Rio Negro-Argentina. *Cerro Otto en Bariloche*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://todobariloche.com/excur-siones/cerrootto.php>
- [22] The New York Times. *Roosevelt Island Tram*. Consultado en Junio de 2015. En: http://www.nytimes.com/2008/01/15/realestate/15comm.html?_r=0
- [23] Maennlichen.ch. *Mountain Cableways Grindelwald-Männlichen Gondola Cableway*. Technical data. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.maennlichen.ch/en/technical-data.html>
- [24] Travel by mexico. *Teleférico de Zacatecas; Lugares que visitar en Zacatecas, Zacatecas*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.travelbymexico.com/zacatecas/atractivos/?nom=kzactelefer>
- [25] Teleférico metropolitano. *Teleférico parque metropolitano*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://telefericomet.cl/teleferico-parque-metropolitano/>
- [26] Teleférico San Bernardo. Salta Argentina. *Teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.telefericosanbernardo.com/teleferico/>
- [27] Gentinghighlands.info. *Cable Car Ride Genting Skyway*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.gentinghighlands.info/cable-car.htm>
- [28] Teleferico do Funchal, Madeira cable car. *A journey between heaven and earth*. Consultado en Junio de 2015. En: http://www.telefericodofunchal.com/index_UK.html
- [29] Get Quito. *Quito teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: http://www.getquitoecuador.com/quito-natural-attractions/quito_teleferico.html
- [30] Ngong Ping 360. *360° cable car experience; cristal cabin. FAQs*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.np360.com.hk/en/visitors-information/np360-faq.html#General>
- [31] N. Naranjo. *MetroCable San Agustin Caracas, Venezuela*. Medellín, Diciembre de 2011. Consultado en Junio de 2015. En: https://www.bartlett.ucl.ac.uk/dpu/metro-cables/dissemination/Nathalie_MetroCable_San_Agustin_Caracas_NNB.pdf
- [32] La razón.es. *Armenia inaugura un teleférico tan largo como el paseo de la Castellana*. 20 de Noviembre de 2010. Consultado en

- Junio de 2015. En: <https://prezi.com/pdwe-f22cjfi9/teleferico-de-tatev/>
- [33] Stanserhorn Cabrio. *Frischer Wind mit der Cabrio-Bahn*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.stanserhorn.ch/de/bahn/cabrio/>
- [34] Estado Plurinacional de Bolivia. Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. *Ficha técnica del proyecto teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: http://www.oopp.gob.bo/uploads/FICHA_TECNICA_DEL_PROYECTO_TELEFERICO_06_03_20131.pdf
- [35] El diario vasco. # *bing bang 2.0, noticias, teleférico en Hong Kong*. 19 de Noviembre de 2009. Consultado el 27 de enero de 2015. En: http://blogs.diariovasco.com/bigbang/2009/11/15/teleferico_en_hong_kong/
- [36] Hong Kong asia's world city. *Ver y hacer*. Consultado el 2 de Marzo de 2015. En: <http://www.discoverhongkong.com/es/seedo/great-outdoors/lantau-island/ngong-ping-360.jsp>
- [37] Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Secretaria de Movilidad Urbana. *Movilidad en cifras: en la cual se muestran los resultados de la investigación realizada por el registro distrital automotor (RDA), servicios integrales para la movilidad (SIM) y la dirección de estudios sectoriales y de servicios (SDM)*. Consultado en Octubre de 2014. En: http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/boletin%20cifras.pdf
- [38] Alcaldía mayor de Bogotá D.C. *Exposición de motivos: en el cual se encentra la descripción del proyecto Cable Aéreo que se aplicara en la ciudad de Bogotá*. Consultado en Octubre de 2014. En: http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/ideofolio/exposicion-de-motivos-decreto-de-anuncio-proyecto-cable-v5_16071.pdf
- [39] Metro de Medellín Ltda. *Ejemplo de intermodalidad: sistema de transporte por cable aéreo integrado al metro de Medellín*. Medellín, Colombia. Noviembre de 2004. pp. 10. 49 p.
- [40] N.C., Izabal. *Metrocable de Medellín: transformando la dinámica social*. Distintas Latitudes. Revista de Reflexión Latinoamericana. Enero 12 de 2011. Consultado en Noviembre de 2014. En: <http://www.distintaslatitudes.net/848>
- [41] SITP. *Experiencias exitosas del cable en Colombia*. Julio de 2013. Consultado en Junio de 2015. En: http://www.sitp.gov.co/publicaciones/experiencias_exitosas_del_cable_en_bogota_pub
- [42] Metro de Medellín. *Viaje con nosotros*. Consultado en Junio de 2015. En: <https://www.metrodemedellin.gov.co/Viajeconnosotros.aspx>
- [43] Recinto del Pensamiento. *Telesillas*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.recintodelpensamiento.com/bosque/telesillas.htm>
- [44] Cable aéreo Manizales. *Reseña histórica cable aéreo Manizales*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://www.cableaereomanizales.com/historia.pdf>
- [45] Parque Nacional del Chicamocha. *Atracciones, teleférico*. Consultado en Junio de 2015. En: <http://parquenacionaldelchicamocha.com/atracciones/#2>