

REDISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Juan Pablo Palaguachi Sumba

✉ juan.palaguachi@esPOCH.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo -
Ecuador

Mario Alfonso Arellano Díaz

✉ arellanodaz@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo -
Ecuador

Ruffo Neptalí Villa Uvidia

✉ ruffo.villa@esPOCH.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo -
Ecuador

Gabriela Alexandra Paucar Cujilema

✉ gabrielapauca15@gmail.com

Investigadora Independiente - Ecuador

RESUMEN

El rediseño de la red de transporte, se centra en garantizar una eficiente movilidad para las personas requieren de este sistema, en función del estudio de la oferta y demanda, accesibilidad, conectividad, entre otros; con el objetivo de ampliar la cobertura a los lugares que no están siendo atendidos. Se parte de la revisión y análisis de la información de fuentes secundarias; posteriormente se realiza el análisis de las características y elementos de una red de transporte; finalmente, una vez rediseñada la red de transporte, se determina la flota vehicular requerida para cubrir la nueva oferta de servicio. En este contexto, la situación actual determina que, el 52% de la población utiliza el bus para movilizarse dentro de la ciudad, para lo cual, este sistema oferta un total de 16 líneas y 167 unidades, que sirven, a un promedio de 716 pasajeros por unidad. El rediseño de las líneas No. 8, 11 y 12; determina un incremento de 9 unidades, que operarán en intervalos entre 5 y 10 minutos, con una velocidad de operación promedio de 15,05 km/h, permitiendo transportar alrededor de 1469 pasajeros sentido por hora y se amplía la cobertura en aproximadamente un 21% en cada línea reestructurada.

Palabras clave: Movilidad, Transporte urbano, Rutas y frecuencias, cobertura, Accesibilidad, Red de Transporte.

ABSTRACT

The re-design of the transportation network consists in guarantee an efficient mobility for the people who require this system. The performance of the transportation supply depends on an appropriate service to the demand, its accessibility, and connectivity, service coverage, etc. The methodology to achieve the goals of this paper starts with researching secondary-source information. After, it is required to analyze the characteristics and elements of the transportation network. Finally, the new transportation fleet is calculated based on the redesigned network. According to the collected data, 52% of the people use bus to commute indoors the city, having a supply of 16 lines with 167 vehicles. The number of people that use public transportation per vehicle is 716 passengers. As results of the investigation, line 8,11, and 12 must increment their fleet in 9 vehicles which will operate in a new interval from 5 to 10 minutes, based on a calculated operation speed of 15.05 km/h, allowing to transport approximately 1469 passengers per hour per direction. With this changes, the service coverage is amplified in 21 % in each restructured line.

Keywords: Mobility, Urban transport, Routes and frequencies, coverage, Accessibility, Transport Network.

1. INTRODUCCIÓN

El incremento poblacional y la expansión de las áreas urbanas de las ciudades, genera un crecimiento indiscriminado del parque automotor debido a la necesidad y demanda de movilidad por parte de la ciudadanía en general, lo cual se exige el constante rediseño en la gestión de los servicios de transporte público (Celi, 2018), con el fin de satisfacer toda la demanda, ampliar la cobertura y aliviar la presión que ejerce el vehículo privado sobre las redes viales (Ortega, Tóth, & Péter, 2019), que a su vez ocasionan problemas de congestión, contaminación, siniestralidad de tránsito, etc., reduciendo la calidad de vida de los habitantes (Naranjo, Palaguachi, Oleas, & Llamuca, 2019). Tales problemas tienen su causa principal en el transporte urbano, estando íntimamente relacionados entre sí. El primero de ellos se refiere fundamentalmente al aumento del tiempo necesario, y el consecuente costo, para que los habitantes efectúen los traslados urbanos normales (Dominguez, Vidal, & Cortínez, 2009). El transporte público urbano tiene una importancia capital en la sociedad actual por distintos motivos, como son permitir la movilidad, favorecer el desarrollo comercial, la competitividad y la actividad económica de las poblaciones y regiones, además de fomentar la equidad social y territorial (Anguita, Duarte, & Flores, 2014). Así mismo, la accesibilidad a bienes, servicios y oportunidades es clave para el bienestar de las personas y, por ese motivo, convierte al transporte público en una política social similar a muchas otras de mayor “tradición”, como la salud o la educación (Hernández, 2017). En este sentido, la optimización del sistema de transporte urbano en la actualidad es una prioridad para investigadores y planificadores, cuyo análisis se basa en la movilidad de las personas que incluye la demanda, tiempo y

distancia recorrida para acceder al servicio; tiempo de viaje, velocidad de operación; así como, la flota vehicular necesaria que permita cubrir todas las rutas y frecuencias (Ortega, Tóth, Palaguachi, & Sabbani, 2019). La planificación y gestión del servicio de transporte colectivo urbano exige la consideración de múltiples elementos que influyen en el desempeño global del mismo. Las interacciones entre el patrón de localización y la densidad de las actividades urbanas; los atributos, condiciones y localización de la infraestructura y de las instalaciones viales; las características tecnológicas y operacionales de los modos de transporte; el marco legal e institucional que regula la operación del servicio, y los intereses de operadores y usuarios, entre otros factores, determinan las características y la eficiencia del servicio de transporte urbano (Mundó, 2002). Teniendo en cuenta que la oferta y la demanda de transporte variaban incesantemente bajo la influencia de las variaciones en el tiempo de viaje, se desarrolló y formuló un marco teórico para diseñar una red de transporte confiable (Wu, Pei, & Gao, 2015). Un estudio del transporte público urbano, denominado como problema de diseño de red de tránsito TNDP (Transit Network Design Problem), pretende minimizar los tiempos de viaje y de espera, maximizar la calidad del servicio y el beneficio a las operadoras de transporte (Sánchez, 2017). A este análisis, es importante considerar ciertas características relevantes que inciden en una red de transporte como son: la cobertura de área, sinuosidad, conectividad, densidad del servicio, transbordos, velocidad, infraestructura y los costos de operación (Molinero & Sánchez, 2005).

En este contexto, el estudio, rediseño de la red de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba, tiene como objetivo partir de la situación actual que se detalla

en el “Plan integral de mejoramiento de transporte público para el GAD Municipal de Riobamba” para realizar un análisis más profundo que involucra las características relevantes que menciona (Molinero & Sánchez, 2005), con el fin de optimizar el sistema de transporte dentro del área urbana de la ciudad, evitar al máximo la superposición de rutas y ampliar la cobertura del servicio a los lugares que en la actualidad están desatendidos, garantizando de esta manera mayor accesibilidad. Este análisis se complementa con la definición de nueva oferta de transporte, que incluye la velocidad de operación, rutas y frecuencias; así como, el dimensionamiento de flota vehicular, basado en los lineamientos que establece la Agencia Nacional de Tránsito (ANT Quito, 2016).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Según la proyección del INEC, en el 2018; la población del cantón Riobamba ascendió a 258597 habitantes (INEC, 2010), de los cuales el 65% se encuentra en el área urbana y el 36% restante en el área rural (GAD Municipal de Riobamba, 2015). Para efectos de la presente investigación se tomaron los datos que consta en el estudio denominado “Plan integral de mejoramiento de transporte público para el GAD Municipal de Riobamba” realizado por la Escuela de Gestión del Transporte en el año 2018, el mismo que consideró como población objetivo a las personas que viven en el área urbana y que sirvió de base para el cálculo de la muestra (Tabla 1).

Área	Población	Porcentaje
Urbana	168088	65%
Rural	90509	35%
Total	258597	100%

Tabla 1. Población proyectada al 2018 del cantón Riobamba.

Fuente: (INEC, 2010)
Elaborado: Por los autores

La metodología aplicada en esta investigación parte principalmente de la revisión de fuentes secundarias; es decir los antecedentes investigativos y recursos bibliográficos como libros, artículos científicos y basado especialmente en el “Plan integral de mejoramiento de transporte público para el GAD Municipal de Riobamba”; y en función de aquello se aplicó el método explicativo debido a que profundiza el conocimiento acerca de la realidad del servicio de transporte público urbano en Riobamba y además de explicar la razón de los problemas; así como también se utilizó el método analítico ya que este consiste en estudiar las partes de un todo para la una mejor comprensión y análisis. Por su parte, la Investigación cuantitativa permitió recabar información que puede ser medida, como la infraestructura vial, las rutas existentes, dimensiones y ubicaciones de las paradas, además de la señalética horizontal y vertical.

En cuanto a las técnicas y herramientas, de la revisión del estudio “Plan integral de mejoramiento de transporte público para el GAD Municipal de Riobamba”, se recabó los datos relacionados a los siguientes parámetros: oferta y demanda (por día) del servicio de transporte urbano, recorrido y longitud (en kilómetros) de la ruta, tiempo de recorrido (en minutos), tipo de ciclo, entre otra información valiosa para la presente investigación. Por medio del método analítico se pretendía conocer como dichos parámetros inciden en la planificación de transporte urbano y el nivel de servicio que ofrecen. Por otro lado, mediante la investigación descriptiva lograr un mejor entendimiento de la realidad actual de la red de transporte, en cuanto a sus características de operación.

Entre otras técnicas secundarias que

fueron analizadas para esta investigación, constan: bibliografía especializada, plan de movilidad, plan de ordenamiento territorial, normativa legal vigente y datos estadísticos de instituciones avaladas por el estado ecuatoriano.

En esta investigación, los sujetos están relacionados con la oferta del servicio de transporte público urbano del cantón Riobamba; mismo que, en la actualidad está dada por 7 operadoras que cuentan con un total de 184 unidades vehiculares legalmente autorizadas y que sirven en 16 líneas, de las cuales 3 de ellas son cooperativas y 4 compañías. La operadora con mayor porcentaje de participación en el mercado es la Cooperativa Puruha con el 30% mientras que la de menor participación es la Compañía Urbesp con el 3% (Tabla 2).

Operadora	No. unidades	Participación
Cooperativa Puruha	56	30%
Cooperativa Liribamba	41	22%
Cooperativa Sagrario	31	17%
Compañía BUSTRAP S.A.	13	7%
Compañía UNTRASEER	28	15%
Compañía ECOTURISA	9	5%
Compañía URBESP	6	3%
TOTAL	184	100%

Tabla 2. Oferta de flota vehicular por operadora de transporte urbano de Riobamba.
Fuente: (EGT, 2018)
Elaborado: Por los autores

Luego de obtener los datos como producto de la revisión bibliográfica, se procede al análisis de las características y elementos de una red de transporte, para posterior a ello proceder a definir la nueva oferta de transporte. Todo esto permitirá identificar las líneas más críticas que requieren un rediseño.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados

más relevantes para el presente estudio, obtenidos del plan integral de mejoramiento del transporte público urbano para el GAD de Riobamba, que permite identificar la situación actual de la red de transporte público urbano de Riobamba.

Con el propósito de mejorar la cobertura del servicio a zonas que actualmente no tienen mayor accesibilidad se definen los límites del área de estudio en la ciudad de Riobamba.

- Al norte, con la quebrada de las Abras (Guano)
- Al sur, con las parroquias Cacha y San Luis
- Al este, con la parroquia Cubijíes
- Al oeste, por la parroquia Licán

Demanda

Los primeros resultados indican que el 52% de los encuestados utilizan el bus como un modo de transporte cotidiano para realizar sus actividades; mientras que, el 20% se moviliza en taxi y el 28% distribuidas en las demás modalidades (Gráfico 1).

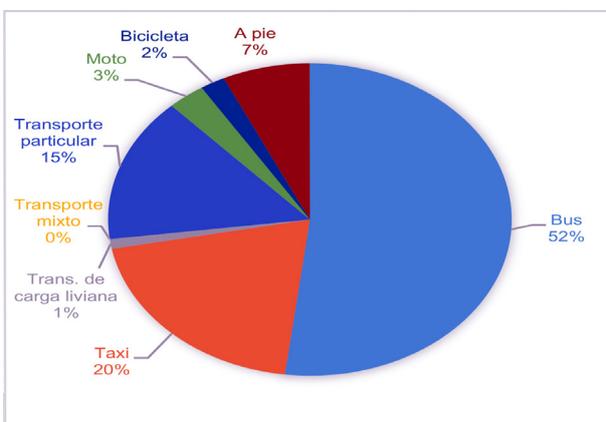


Gráfico 1. Reparto modal de transporte en Riobamba.
Fuente: (EGT, 2018)
Elaborado: Por los autores

Según (EGT, 2018), la demanda del servicio de transporte público en la ciudad de Riobamba, es de 126.664 pasajeros diarios, distribuidos en las 16 líneas, con un promedio de 716 pasajeros diarios por unidad vehicular.

- Conectividad
- Densidad
- Infraestructura
- Transbordo

Línea No.	Ruta	Cantidad de unidades	Pasajeros por unidad	Total de pasajeros diarios
1	Santa Ana- Bellavista	12	916	10995
2	24 de mayo - Bellavista	12	865	10380
3	Santa Ana - Camal - Mayorista	12	542	6509
4	Licán - Bellavista	9	993	8937
5	Corona Real - Bellavista	10	857	8567
6	Misafones - Bellavista	8	910	7280
7	Immaculada - El Rosal	12	762	9141
8	Yaruques - Las Abraz	14	779	10900
9	Mercado Mayorista - Los Pinos - Licán	9	568	5112
10	Los Pinos - San Antonio	3	478	1433
11	Terminal Interparroquial - Mayorista	5	65	325
12	San Gerardo - El Están	10	493	4926
13	Sixto Durán - San Miguel de Tapi	15	880	13207
14	Libertad - San Miguel de Tapi	16	900	14401
15	Licán - EsPOCH - UNACH	10	908	9079
16	Calpi - La Paz	10	547	5472
Total / Promedio		167	716	126664

Tabla 3. Total de pasajeros diarios transportados.
Fuente: (EGT, 2018)
Elaborado: Por los autores

Es importante mencionar, además, que se ha identificado a la línea 11 como crítica; debido a que, la demanda es la más baja de todas las líneas, con apenas 325 pasajeros por día (Tabla 3).

Análisis de las características y elementos de la red de transporte

El desempeño y eficiencia de la red de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba; así como, su nivel de servicio, pueden ser medidos de acuerdo a ciertas características, que afectan de manera directa o indirecta a los actores que intervienen en él, como son: las autoridades competentes, los usuarios, las operadoras de transporte y la comunidad en general. Por lo que, este análisis se centra en los siguientes elementos:

- Cobertura
- Sinuosidad

La cobertura o cuenca de transporte, es considerada como el área que cubre el sistema de transporte público, siendo su unidad de medida, el tiempo o la distancia recorrida a pie que resulta aceptable caminar.

La cobertura del área de servicio tiene normalmente un radio de 400m que se encuentra comprendido entre los puntos generadores y atractores de viaje; así como, las paradas o estaciones de ascenso y descenso de pasajeros.

Para el análisis de la situación actual, en cuanto a cobertura, se tomó como referencia la cuenca primaria, la cual es considerada como la distancia que puede ser recorrida a pie en 5 min desde cualquier estación o parada (Molinero & Sánchez, 2005).

En este contexto, se han identificado 6 puntos atractores de viaje como:

- Instituciones de seguridad y de salud
- Instituciones educativas
- Instituciones bancarias
- Plazas y mercados
- Templos religiosos
- Centros de recreación

Este requerimiento muestra la extensión de la red dentro de área urbana de la ciudad de Riobamba que cubre el servicio de transporte público urbano, así como el desempeño individual de cada línea.

Línea No.	Puntos de Atracción							% de Cobertura
	Instituciones de salud	Instituciones Educativas	Instituciones Bancarias	Parques Recreativos	Templos Religiosos	Áreas de recreación		
1	66,67	64	95,83	72,22	83,89	45,00	67,94	
2	62,50	58	95,83	51,11	58,33	40,00	62,63	
3	62,59	40	66,67	55,56	44,44	35,00	50,69	
4	54,17	50	62,50	61,11	61,11	42,50	55,23	
5	54,17	50	62,50	55,56	58,33	35,00	52,59	
6	54,17	40	66,67	55,56	55,66	37,50	51,57	
7	66,67	56	91,67	66,67	50,00	35,00	61,00	
8	16,67	36	50,00	61,11	36,11	12,50	35,40	
9	58,33	70	91,67	50,00	52,78	50,00	62,13	
10	54,17	50	70,83	61,11	52,78	30,00	53,15	
11	45,83	40	54,17	66,67	33,33	22,50	44,75	
12	20,83	20	25,00	27,78	22,22	7,50	20,56	
13	58,33	38	54,17	50,00	27,78	30,00	43,05	
14	75,00	34	45,83	50,00	41,67	27,50	45,67	
15	45,83	40	70,83	61,11	33,33	25,00	46,02	
16	45,83	44	95,83	55,56	44,44	25,00	51,78	

Tabla 4. Puntos de Atracción considerados para el análisis de cobertura.

Fuente: Investigación

Elaborado: Por los autores

La cobertura del servicio esta evaluada en función del porcentaje de la población a la que sirve la red de transporte. Por lo que, del análisis realizado, se evidencia que los porcentajes de la línea 08 y 12 son menores que el 40%, lo cual permite considerarlas como líneas deficientes, debido a que, las rutas establecida no está cumpliendo con el tiempo o la distancia recorrida a pie que resulta aceptable caminar (Tabla 4).

La sinuosidad, es la relación entre la distancia recorrida por el vehículo entre dos puntos y la distancia aérea (en línea recta) entre estos mismos puntos. El caso deseable es que, esta relación tienda a uno, pero el trazo de las rutas se ve influenciado por la vialidad, por la topografía y por obstáculos naturales y artificiales que evitan, en la mayoría de los casos, que esta relación sea igual a 1.

En cuanto a la conectividad, el escenario más adecuado es cuando la longitud de la ruta es mayor o igual que la longitud de línea (Ec. 1), esto evidencia un mejor servicio y mayor conectividad del sistema de transporte público urbano. Para la conectividad se realizó el análisis de cada una de las líneas y rutas respectivamente.

Longitud de la ruta \geq Longitud de la línea (Ec. 1)

Por su parte, la densidad del servicio, hace referencia a la concentración del servicio, es decir la capacidad de los vehículos por cada 1000 personas, este valor se obtiene de la (Ec. 2).

Densidad del servicio = (No.vehículos por línea)/(Volumen de diseño)(Ec. 2)

Para el análisis de la infraestructura vial, se consideran los diversos elementos físicos que intervienen en la operación del transporte público urbano, los cuales van desde una simple parada de bus hasta el diseño de vialidades o derechos de vía exclusivos para este modo de transporte (Tabla 5).

El análisis de cada una de las líneas de la red de transporte público urbano de la ciudad de Riobamba, evidencia que todas cumplen con la condición que beneficia a los usuarios.

En este sentido, se puede mencionar como ejemplo un resultado importante, en cuanto a la densidad del servicio, la línea 3 por cada 2 vehículos beneficia a 500 personas.

Características del transporte urbano de la ciudad de Riobamba

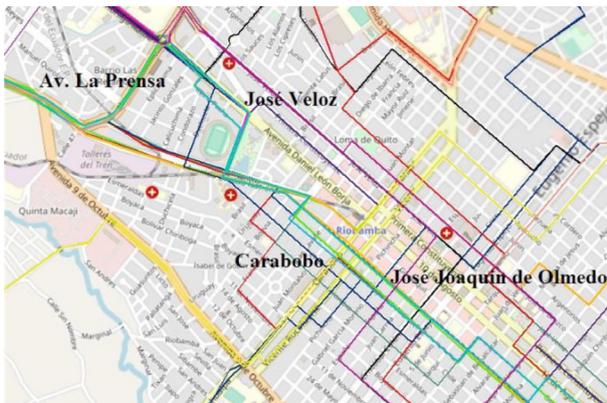
Línea No.	Sinuosidad	Conectividad [Km]		Densidad	Transbordo	Infraestructura
		Longitud de la línea	Longitud de la ruta			
1	0.6915	18.37	22.60	1	La mayoría de las líneas pueden hacer transbordo en los siguientes lugares: el Terminal Terrestre, el Coliseo, la ESPOCH, la Estación.	Existen diferentes tipos de superficie: asfalto, hormigón y asfite; así como también existe señalización de paradas tanto horizontal como vertical.
2	0.7915	16.16	20.40	1		
3	0.877	17.40	25.00	2		
4	0.833	17.30	22.10	1		
5	0.870	22.74	31.60	1		
6	0.867	19.13	23.00	1		
7	0.860	22.02	33.10	1		
8	0.886	13.77	19.50	1		

9	0.828	21.16	27.20	2
10	0.861	24.55	26.50	2
11	0.937	13.90	18.50	15
12	0.913	14.12	21.90	2
13	0.935	12.25	24.50	1
14	0.900	19.74	31.20	1
15	0.959	14.94	20.50	1
16	0.949	11.52	22.80	2

*Tabla 5. Resultados de las características del transporte urbano de la ciudad de Riobamba.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores*

Sin embargo, en el caso específico de la línea 11, el resultado determina que, por cada 15 vehículos se benefician alrededor de 66 personas, dando a entender que esta línea tiene un bajo número de usuarios; por lo que, requiere ser reestructurada, con esta acción se pretende modificar la densidad del servicio y a su vez, se ampliar su cobertura.

Finalmente, se analizó el elemento transbordos, en el que, se indican las calles y los puntos donde los usuarios del servicio de transporte público urbano cambian de línea para continuar el viaje hasta su destino final (Figura 1).



*Figura 1. Puntos identificados donde se realizan transbordos.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores*

La calle José Joaquín de Olmedo, ha sido identificada como el punto de mayor transbordo; debido a que, por esta vía circulan las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13 y 14; representando el 68% de la oferta total dentro de la red de transporte urbano.

La calle Carabobo, es otro punto donde se realizan transbordos, ya que, por ahí recorren las líneas 8, 10 y 12. Por su parte, las líneas 13, 14 y 15 comparten un tramo de la Av. De la Prensa al ofertar sus servicios; esto corresponde al 19% del total de las líneas ofertadas.

Por último, dentro de este análisis se puede mencionar a la calle José Veloz, que al ser la vía donde se intersecan las líneas 9 y 16, que representa el 13% de la oferta, también es considerado un punto donde los usuarios realizan transbordos.

Con relación a las calles descritas en los párrafos anteriores, los puntos específicos identificados como lugares de mayor transbordo son:

- El Terminal Terrestre Interprovincial
- El mercado La Merced
- La Estación
- La ESPOCH
- El Coliseo Teodoro Gallegos Borja

Oferta del servicio

La oferta total del servicio de transporte público urbano está proporcionada por el número de buses, número de ciclos diarios y la capacidad por cada unidad vehicular (Tabla 6).

Luego de haber analizado íntegramente la oferta de servicio, en función de la demanda, características y elementos de una red de transporte y la oferta como tal,

Línea No.	Ruta	No. de Buses	No. de Ciclos diarios (promedio)	Capacidad (Promedio)
1	Santa Ana - Bellavista	12	7	80
2	24 de Mayo - Bellavista	12	7	80
3	Santa Ana - Camal - Mayorista	12	6	80
4	Lidán - Bellavista	9	8	80
5	Corona Real - Bellavista	10	7	80
6	Miraflores - Bellavista	8	8	80
7	Inmaculada - El Rosal	12	6	80
8	Yaruquiles - las Abras	14	8	80
9	Mercado Mayorista - Los Pinos - Lidán	9	7	80
10	Los Pinos - San Antonio	3	7	80
11	Terminal Interparroquial - Mayorista	5	3	80
12	San Gerardo - El Batán	10	7	80
13	Sixto Durán - San Miguel de Tapi	15	8	80
14	Libertad - San Miguel de Tapi	16	7	80
15	Lidán - ESPOCH - UNACH	10	7	80
16	Calpi - La Paz	10	7	80
Total / Promedio		167	7	80

Tabla 6. Número de buses y ciclos por línea de transporte.

Fuente: (EGT, 2018)

Elaborado: Por los autores

se identificaron como críticas a las líneas No. 8, 11 y 12, debido a que presentan un bajo porcentaje de prestación de servicio. Siendo necesario el rediseño de estas líneas dentro de la red de transporte público urbano de Riobamba.

Propuesta

Rediseño de la línea 8. En la (figura 2) se muestra la ruta original y en la (figura 3) la ruta rediseñada, la misma que presenta mejores características de cobertura, sinuosidad y conectividad (Tabla 7).

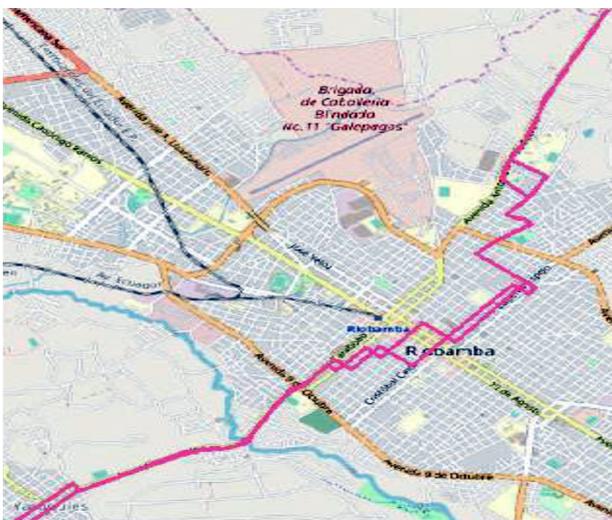


Figura 2. Ruta original de la línea 8.

Fuente: Investigación

Elaborado: Por los autores

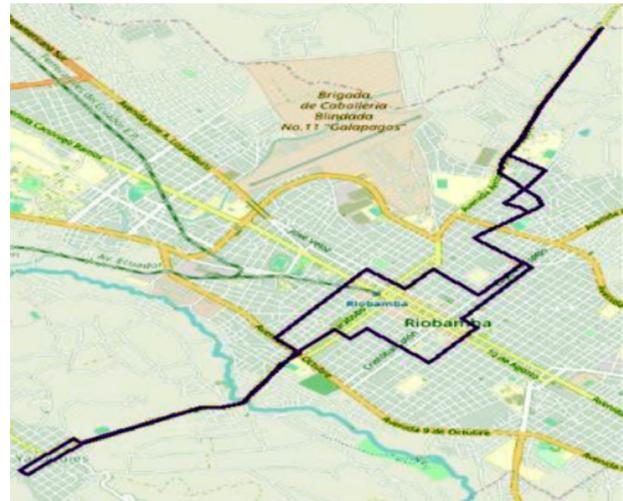


Figura 3. Rediseño de la ruta de la línea 8.

Fuente: Investigación

Elaborado: Por los autores

Línea No.	% de Cobertura	Sinuosidad	Conectividad (Km)	
			Long. Línea	Long. ruta
8	49,92	0,952	16,75	19,95

Tabla 7. Resultados del rediseño de la línea 8.

Fuente: Investigación

Elaborado: Por los autores

En cuanto a la demanda; considerando en promedio 15 horas de labores al día para la línea No. 8 y un valor de 35942 pasajeros por estratificación de la demanda insatisfecha se obtiene el valor de pasajeros sentido transportado (Ps).

$$Ps = 35942 / 15 = 2396 \text{ pax / h}$$

Con el valor de (Ps) y aplicando (ANT Quito, 2016) dio como resultado un número de 8 unidades con un intervalo aproximado de 5 minutos, con una velocidad operacional promedio de 20,8 Km/h.

Rediseño de la línea 11. En la (figura 4) se muestra la ruta original y en la (figura 5) la ruta rediseñada, la misma que presenta mejores características de cobertura, sinuosidad y conectividad (Tabla 8).

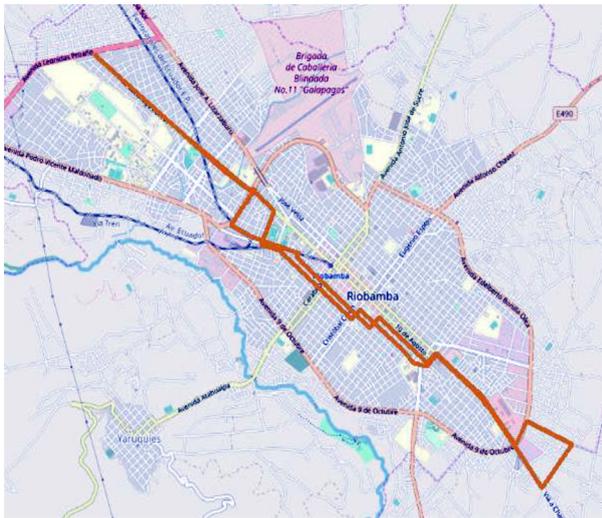


Figura 4. Ruta original de la línea 11.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

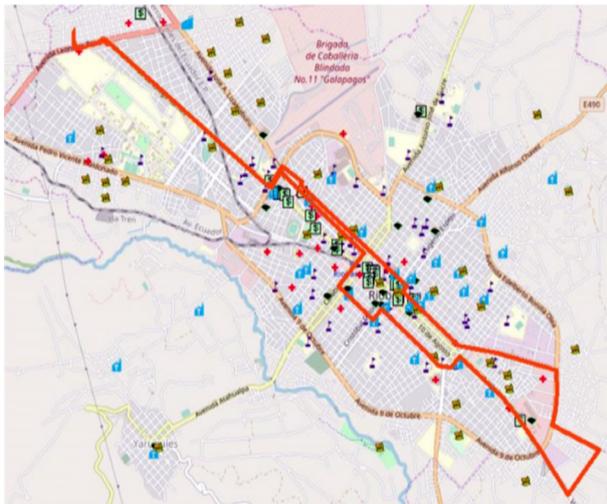


Figura 5. Rediseño de la ruta para la línea 11.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

Línea No.	% de Cobertura	Sinuosidad	Conectividad [Km]	
			Long. Línea	Long. ruta
11	59,61	0,937	13,9	18,5

Tabla 8. Resultados del rediseño de la línea 11.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

En cuanto a la demanda; considerando en promedio 15 horas de labores al día para la línea No. 11 y un valor de 10784 pasajeros por estratificación de la demanda insatisfecha se obtiene el valor de pasajeros sentido transportado (Ps).

$$Ps = 10784 / 15 = 718 \text{ pax / h}$$

Con el valor de (Ps) y aplicando (ANT Quito, 2016) No requiere incremento de unidades, el intervalo aproximado es de 10 minutos, con una velocidad operacional promedio de 11,56 Km/h.

Rediseño de la línea 12. En la (figura 6) se muestra la ruta original y en la (figura 7) la ruta rediseñada, la misma que presenta mejores características de cobertura, sinuosidad y conectividad (Tabla 9).

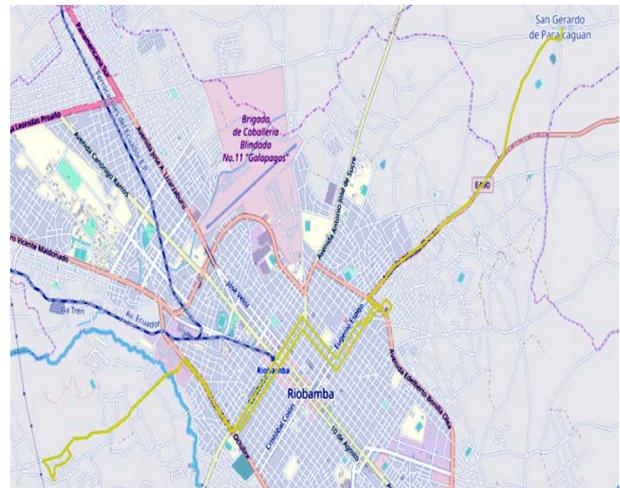


Figura 6. Ruta original de la línea 12
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

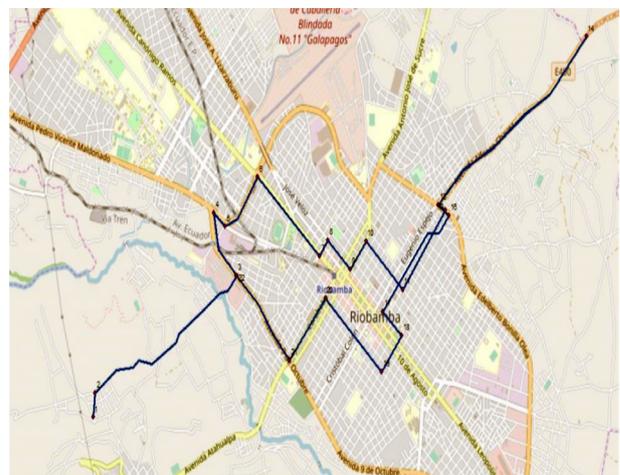


Figura 7. Rediseño de la ruta para la línea 12.
Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

Línea No.	Cobertura %	Sinuosidad	Conectividad (Km)	
			Long. Línea	Long. ruta
12	55,83	0,919	16,75	23,77

Tabla 9. Resultados del rediseño de la línea 12.

Fuente: Investigación
Elaborado: Por los autores

En cuanto a la demanda; considerando en promedio 15 horas de labores al día para la línea No. 12 y un valor de 19422 pasajeros por estratificación de la demanda insatisfecha se obtiene el valor de pasajeros sentido transportado (Ps).

$$Ps = 19422 / 15 = 1294 \text{ pax / h}$$

Con el valor de (Ps) y aplicando (ANT Quito, 2016) se requiere el incremento de 1 unidad, el intervalo aproximado es de 10 minutos, con una velocidad operacional promedio de 12,81 Km/h.

4. DISCUSIÓN

El rediseño de la red de transporte público urbano, permite mejorar la cobertura del servicio en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo; para lo cual, se parte del diagnóstico de la situación actual en cuanto a oferta de rutas y frecuencias; así como también identificar los factores que influyen en su funcionalidad.

La investigación está centrada en el transporte público de la ciudad de Riobamba, para ello es importante recalcar la viabilidad de la conexión entre los distintos puntos como mercados, instituciones educativas, empresas públicas y privadas, etc., accediendo así de esta manera a aumentar la economía de la población, teniendo en cuenta que el servicio que se brinda debe ser cómodo,

seguro, accesible, cumplir con las rutas y frecuencias adecuadas y acortar el tiempo de viaje entre origen y destino.

Para el desarrollo de la presente investigación se procedió al levantamiento de información a los usuarios del servicio y los transportistas del sistema, una vez levantada la información se procedió a aplicar la metodología que se observa en la normativa jurídica pertinente para el rediseño de las rutas, se realizó el análisis e interpretación de los resultados, con lo que se ha visto pertinente una reestructuración de rutas y frecuencias de las líneas que circulan dentro del perímetro urbano que sean necesarias para con ello llegar a lugares de la ciudad que aún no cuentan con dicho servicio que cada vez se torna necesario para la población y el desarrollo de los pueblos.

Las rutas modificadas están basadas en el modelo que plantea molineros la cual se basa en los puntos que requieren el servicio y los puntos donde llega el servicio de transporte. Al igual hacer hincapié en la capacitación para los transportistas en cuanto a la calidad de servicio, con el objetivo de mejorar la movilidad y satisfacer las necesidades que requieren los usuarios para así obtener un servicio eficiente y eficaz.

5. CONCLUSIONES

- La oferta del servicio del sistema de transporte público urbano está dada por siete (07) operadoras, que cubre dieciséis (16) líneas con ciento sesenta y siete (167) unidades legalmente autorizadas. Por su parte la demanda total diaria en Riobamba representa alrededor

de 126664 usuarios.

- El análisis de las características y elementos de una red de transporte identificó un porcentaje promedio de 33,57% en cuanto a la cobertura del servicio de transporte urbano en Riobamba de la línea 8, 11 y 12; así como, una baja demanda de pasajeros en la línea No. 11, siendo necesario un rediseño de las rutas asociadas a estas líneas.
- El rediseño de las líneas No. 8, 11 y 12, permitió incrementar al 55,12% en promedio, la cobertura del servicio, lo cual, se podría entenderse como un beneficio para las personas que no disponían de transporte urbano y de igual manera para la operadora significaría mayores ingresos por incremento de la demanda.

6. REFERENCIAS

1. Anguita, F., Duarte, B., & Flores, S. (2014). Situación actual del transporte público urbano: La visión de las empresas operadoras. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 20(1), 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.iedee.2013.10.003>
2. ANT Quito. (2016). Resolución No. 108-DIR-ANT-2016. Resolución inherente a los lineamientos técnicos referendarios para la gestión de la competencia del transporte terrestre intracantonal. Agencia Nacional de Tránsito. Quito.
3. Celi, S. (2018). Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. *Revista ESPACIOS*, 39(18). Retrieved from <https://www.revistaespacios.com/a18v39n18/18391810.html>
4. Dominguez, P., Vidal, M., & Cortínez, V. (2009). Diseño óptimo de redes de transporte urbano considerando aspectos medioambientales. *Mecánica Computacional*, XXVIII(31), 2599–2623. Retrieved from <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/71350>
5. EGT. (2018). Plan integral de mejoramiento de transporte público para el GAD Municipal de Riobamba. Riobamba.
6. GAD Municipal de Riobamba. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2019. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sig_adplus/documentofinal/0660000360001_Plan de Desarrollo Cantonal 2014-2019_15-03-2015_12-35-54.pdf
7. Hernández, D. (2017). Transporte público, bienestar y desigualdad: Cobertura y capacidad de pago en la ciudad de Montevideo. *Cepal Review*, 2017(122), 165–184.
8. INEC. (2010). Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones. Retrieved from *Proyecciones Poblacionales website*: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
9. Molinero, A., & Sánchez, L. (2005). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración* (2. ed.). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
10. Mundó, J. (2002). El Transporte Colectivo Urbano: Aplicación del Enfoque de Sistemas para un mejor Servicio. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 12(34), 285–302.
11. Naranjo, F., Palaguachi, J., Oleas,

- C., & Llamuca, J. (2019). Estudio y propuestas para mejorar la gestión de estacionamientos vehiculares en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. *Ciencia Digital*, 3(2.2), 17–30. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.457>
12. Ortega, J., Tóth, J., Palaguachi, J., & Sabbani, I. (2019). Optimization Model for School Transportation Based on Supply-Demand Analyses. *Journal of Software Engineering and Applications*, 12(06), 215–225. <https://doi.org/10.4236/jsea.2019.126013>
13. Ortega, J., Tóth, J., & Péter, T. (2019). Estimation of parking needs at Light Rail Transit System stations. *Conference on Transport Sciences 2019*, 11. [https://doi.org/ISBN 978-963-8121-85-1](https://doi.org/ISBN%20978-963-8121-85-1)
14. Sánchez, E. (2017). Estudio de rutas y frecuencias para un sistema óptimo de transporte público urbano en la Ciudad de Ambato. Retrieved from http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25548/1/Tesis_t1239mgo.pdf
15. Wu, C., Pei, Y., & Gao, J. (2015). Model for Estimation Urban Transportation Supply-Demand Ratio. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/502739> ad pusdocumentofinal/0660000360001_Plan de Desarrollo Cantonal 2014-2019_15-03-2015_12-35-54.pdf