
19

**DISEÑO DE UNA RED CON TECNOLOGÍA
RFID PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS
UNIDADES DE LA METROVÍA Y
VISUALIZACIÓN POR PANTALLAS
INFORMATIVAS.**

*Marlon Altamirano, René Garzozzi, Walter Orozco, Jaime
Orozco, Jacqueline Bacilio*

*Recibido: septiembre de 2016
Aprobado: noviembre de 2016*

DISEÑO DE UNA RED CON TECNOLOGÍA RFID PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE LA METROVÍA Y VISUALIZACIÓN POR PANTALLAS INFORMATIVAS.

DESIGN OF A NETWORK WITH RFID TECHNOLOGY IN ORDER TO LOCALIZED METROVIA'S UNITS THROUGH INFORMATIONAL SCREENS.

Marlon Altamirano¹; René Garzozi²; Walter Orozco³; Jaime Orozco³; Jacqueline Bacilio³

Universidad de Guayaquil¹
Universidad Tecnológica Equinoccial²
Universidad Estatal Península de Santa Elena³
marlon.altamiranod@ug.edu.ec

Resumen.

El sistema de transportación masivo urbano de la ciudad de Guayaquil-Sistema METROVÍA afronta problemas de consideración debido a que los usuarios no obtienen información veraz y oportuna de los autobuses, además de situaciones adicionales que degradan la calidad del servicio, por esta razón el principal objetivo de la investigación es realizar un análisis del funcionamiento del sistema de transportación, un estudio teórico de la tecnología RFID como herramienta para solucionar la problemática y proponer un diseño de red para el sistema METROVÍA. Los fundamentos teóricos del estudio están basados en investigaciones realizadas acerca de la calidad del sistema METROVÍA. La metodología que se aplica es empírica-analítica a este estudio de campo, de tipo descriptivo, con el respectivo método deductivo. Las conclusiones y recomendaciones se determinan en base a los objetivos planteados de la investigación y a situaciones experimentadas durante el desarrollo del estudio.

Palabras clave: RFID, Diseño de red, Identificadores de radio frecuencia, BRT, Servicio de transportación, Localización.

Clasificación JEL: R41

Abstract

The urban massive transport system of Guayaquil's city – METROVÍA's System has consideration problems because users do not have timely and truthful information of METROVÍA's buses and additional situations. These have degrade service's quality for these reasons the main goals about this investigation are: making an analyze of transport system's operation, making an research about RFID technology as tool for solving problematic and proposing an network design for METROVÍA system. The theoretical bases are supported for researches about METROVÍA service's quality. Methodology, which apply is empirical-analytical. This investigation is field research and descriptive type witch respective deductive method. Conclusions and recommendations are determinate witch relationship witch objects of the investigation and experimented situations during the research.

Keywords: RFID, Network Design, Radio frequency Identification, BRT, Transport Service, Localization.

*Recibido: septiembre de 2016
Aprobado: noviembre de 2016*

1. Introducción

El sistema público masivo de transporte en Guayaquil-Ecuador se insertó en 1873, cuando el primer medio de transporte fue el ferrocarril con tracción animal [1]. Con el tiempo, empresas, asociaciones y grupos de trabajadores inicializaron el servicio con autobuses en las principales calles de la ciudad. El servicio masivo urbano de transporte surgió con un propósito; brindar la movilidad de grandes masas de personas y otorgar un servicio con calidad, seguridad, comodidad y rapidez a un costo económico para los ciudadanos. Por factores sociales y económicos los sistemas de transporte se han visto afectados, factores que impiden el desarrollo económico del propio sistema y deterioran la calidad del servicio. Este es el caso del servicio masivo urbano de transporte en la ciudad de Guayaquil, visible por los ciudadanos como un servicio que no satisface las necesidades como se demuestran en los resultados [1].

Desde el año 2006, el Municipio de Guayaquil junto a la empresa privada, iniciaron un proyecto para implementar un servicio de transportación que esté acorde al desarrollo de la ciudad llamado Sistema Integrado Masivo Urbano de la ciudad de Guayaquil Sistema - METROVÍA [2] [3].

El sistema METROVÍA surge como nueva perspectiva de movilidad, pero la existencia de un problema [4], que es la falta de información oportuna y veraz de los autobuses, genera síntomas como atrasos en los recorridos [1], autobuses llenos en sus capacidad máxima de transportar usuarios, conductores con poca capacidad de atención al público [1], desorden y aglomeraciones en las paradas. Todos estos factores han afectado el desarrollo del sistema e implícitamente al desarrollo de la ciudad y por supuesto afectando en la calidad del

sistema METROVÍA [5]. La importancia que se le atribuye a los sistemas masivos de transporte es amplia, pues se los determina como uno de los principales elementos que genera economía en una ciudad al movilizar una gran masa de ciudadanos económicamente activos [6], despertar el interés de la ciudadanía por los servicios masivos, disminuir los niveles de contaminación ambiental, y aportar como investigador son otros elementos a considerar en esta investigación, los elementos nombrados se establecen como justificaciones para el desarrollo de la investigación [7].

El problema que se presenta en el sistema METROVÍA es inminente y perceptible por las constantes quejas que existen, la implementación de alternativas tecnológicas para gestionar información de los autobuses a los usuarios de la METROVÍA y poder contrarrestar estas situaciones o en otros términos mejorar el servicio, se expondrán en este trabajo.

Lo que se determina en este estudio es solucionar la problemática, proporcionando información oportuna de los autobuses de la METROVÍA con una red con tecnología RFID [8] en la ruta troncal de estudio, siguiendo los objetivos que se plantean en esta investigación: estudiar los fundamentos teóricos, equipos y bandas de los sistemas de identificación por radio frecuencia, analizar el funcionamiento del sistema METROVÍA, realizar un análisis económico del costo de esta solución tecnológica, verificar la factibilidad de la tecnología RFID y dotar de un esquema de red RFID al sistema METROVÍA.

Para realizar y desarrollar esta trabajo de investigación se utiliza como guía el trabajo “*Calidad del servicio de transportación*

público convencional “realizado por Sarmiento (2014), trabajo que permite establecer las bases teóricas acerca del servicio de transporte masivo convencional y permite al investigador entender el problema de transportación en Guayaquil, “*Calidad del servicio del sistema integrado de transporte masivo urbano METROVÍA de la ciudad de Guayaquil*” realizada por Casal y Romero (2009), el cual permite al investigador tener el conocimiento sobre el sistema METROVÍA, “*RFID: Tecnología de identificación por radio frecuencia*” realizado por Fernández, Marcillo y Muñoz (2006) trabajo que establece las bases teóricas de la tecnología RFID, “*Tecnología de identificación por radio frecuencia RFID: Aplicación en el ámbito de salud*” realizado por Portillo, Bermejo y Bernardos (2008), establece los conocimientos avanzados de la tecnología como características técnicas, y “*Sistema de control RFID para los puntos de chequeo de autobuses de servicio público*” realizado por Athehortua y Ramírez (2013).

Para este trabajo de investigación se considera el uso de tres variables que inciden en el sistema; la variable Independiente, información de la localización de las unidades de la METROVÍA, que se define como la generación de todo tipo de información referente a los autobuses en cualquier lugar del sistema de transporte, otorgando información para que sea transmitida por los equipos de la red informática y se muestre como un conjunto de palabras que brinde conocimiento a los usuarios; primera variable Dependiente, calidad del servicio del sistema METROVÍA, se define como una acción y efecto de dar características específicas que exceda en lo que el usuario espera; y la segunda variable Dependiente, diseño de red RFID proyecto que consta de elementos intermedios y finales informáticos que

permiten la gestión de información de las unidades del sistema.

2. Metodología

Se define la investigación en la modalidad cuantitativa, debido a tres aspectos: requerimiento de pruebas, estudio sistemática e investigación de campo. Se requiere de pruebas para poder comprobar el problema y las respectivas hipótesis, al requerir pruebas se necesita recolectar datos y al mismo tiempo tener un conjunto de elementos que genere esa información en este caso una muestra de la población seleccionada para el estudio, este método comprueba si el problema y las hipótesis planteadas en la investigación son reales o no.

La investigación es sistemática, puesto que sigue un orden o esquema durante el periodo de desarrollo del estudio, esquema que permite seleccionar y construir las herramientas de recolección de información. Además, al estudio se lo considera de campo, debido a que la investigación se desarrolla en el lugar donde ocurre la problemática, permitiendo el acopio de información veraz y fehaciente[9].

La investigación también es considerada cualitativa, debido a que el fenómeno en estudio ha sido seleccionado en base a la experiencia empírica de los involucrados en el investigación, también se considera cualitativa, debido a que se hace uso de referencias bibliográficas para desarrollar la investigación considerando criterios y teorías ya establecidas y estudiadas[9]. Este estudio se define como una investigación de tipo descriptiva pues se especifica las propiedades, características y rasgos más importantes de la problemática, permitiendo

tener un panorama exacto de la situación o problema [10].

3. Criterios de validación

Se establece los criterios de validez de los instrumentos pues permiten dar confiabilidad a la información que se recolecta durante el proceso de investigación.

Criterio de confiabilidad: nos permitirá la concordancia interpretativa de las preguntas entre dos o más encuestados donde los encuestados interpreten de una misma forma las preguntas, parecido a una prueba piloto. Además el uso de la técnica Test-retest en donde se implementa la misma prueba a un mismo grupo más de dos veces y de esta forma determinar si los resultados son iguales o no.

Criterio de validez: donde será el criterio de los involucrados en la investigación para juzgar la representatividad de las variables en el instrumento de captación de datos, la validez de criterio o predictiva del criterio será la correlación de las variables “información y calidad”, para presentes y futuras investigaciones, y la validez de constructo donde el criterio se compondrá de dos formas; los datos empíricos de los involucrados en la investigación y las variables utilizadas en otros trabajos de investigación realizados acerca de la calidad del servicio transporte [11][12].

En resumen para establecer la validez se debe considerar tres aspectos que ayuden a medir la relación de las variables con el instrumento de captación de datos seleccionado. Dichos criterios permitirá someter a diferentes operaciones los datos recolectados para establecer la validez y veracidad y garantizar que la información recolectada sea la más adecuada para la

investigación [13]. Se deduce que el objetivo del cuestionario es de carácter descriptivo, otorgando características básicas de la problemática que resalta en la investigación, los datos son representados por diferentes variables y se presenta empíricamente un análisis de las ideas más relevantes, lo que permitirá presentar la realidad que se percibe en el sistema METROVÍA y que se ha expuesto en la investigación.

Para el cuestionario se ha aplicado la estadística descriptiva que permite cuantificar las variables, calculando la frecuencia de respuesta y el porcentaje que estas representan para la investigación. Además se aplica el método Likert para el cuestionario, pero según algunas investigaciones con este método no se realiza una estadística con exactitud de los datos recolectados y por ende afecta a la validez de la investigación, ya que al tener niveles redundantes en la obtención de valoraciones [14]. Los usuarios consultantes evitan dos opciones que comúnmente son los extremos, siendo esto uno de varios problemas del método Likert. Por otro parte, dos personas con diferentes elecciones pueden tener el mismo valor en la escala de Likert, por los niveles redundantes, es difícil tratar estas respuestas y tratar de considerarlas de forma aislada para determinar las conclusiones de los datos recolectados [14], por estas circunstancias se considera que las dos opciones extremas “Totalmente desacuerdo y Totalmente de acuerdo” se asocien con las alternativas del medio “Desacuerdo y Muy de acuerdo” es decir considerar que cuando un usuario otorgue una valoración de “Totalmente desacuerdo” se considere para la estadística como un desacuerdo ya que está en el lineamiento de la parte negativa, y cuando un usuario escoja la opción de “Totalmente de acuerdo” se asocie a la opción de acuerdo, se toma este criterio para que el análisis y las conclusiones que se puedan extraer de las

encuestas realizadas se han fiables y tenga validez.

También se considera para el análisis de los datos la correlación de Pearson para la variable cuantitativa, y el método de tablas cruzadas para las variables cualitativas. En cuanto a las hipótesis planteadas se utiliza el tipo de hipótesis estadística[15] donde se determina una hipótesis nula o H_0 que siempre se comprueba y es guiada al rechazo y la hipótesis alternativa o H_A que se cree cierta cuando la hipótesis nula es rechazada, para realizar este análisis se aplicará la prueba de contraste la cual determinará el rechazo o aceptación de cada hipótesis.

4. Análisis de datos [13].

El procesamiento o análisis de la información la podemos definir como la descripción del conjunto de operaciones secuenciales que los datos recolectados de la investigación tienen que seguir, para ser interpretados, relacionados con las variables y objetivos, además permite contrastar las hipótesis planteadas. Para este proceso se considera que la información debe de someterse a las siguientes partes; la parte de tabular los datos que significa tratar de identificar y expresar los datos por medio de tablas; y la parte gráfica se representará la información con gráficos para un mejor entendimiento de los resultados.

En la tabulación se aplicará la técnica matemática de conteo de adición, se extraerán los datos recolectados ubicando los datos en cuadros simple y doble de entrada con indicadores de frecuencia y porcentaje tratando de que sean más comprensible y de esta manera se cumple con la primera parte que es la tabulación de la información, luego se realiza la operación de cálculo, los resultados serán representados en gráficas de torta porque son de mayor entendimiento y apropiados para la

investigación, con este punto se cumple con la parte gráfica, una vez obtenidos los datos, lo siguiente será realizar el análisis de cada dato, verificando que se cumplan los

objetivos y variables, que permita contrastar y comprobar las hipótesis descritas en la investigación, de este modo se podrá exponer y probar la validez o invalidez de las hipótesis planteadas para la investigación.

Se estudia las métodos de recolección de las muestra a estudiar con el respectivo instrumento que permitirá recolectar información necesaria, veraz y fehaciente en el lugar donde se desarrollan los hechos para sustentar la problemática, para ello se plantean tres técnicas; la encuesta, la entrevista y la observación, se considera los tres métodos, porque permiten recolectar información de forma programada, siguiendo un diseño planteado que ayuda al desarrollo de la investigación, consiguiendo los objetivos, permitiendo sustentar y comprobar la problemática.

El objetivo fundamental de utilizar la técnica de investigación como el de la encuesta será la de recolectar información que sea fácil de analizar e interpretar, ayudando a enfocar a los involucrados en la investigación en lo que se requiere y no recopilar información innecesaria, esta técnica se usa para dar soporte a las hipótesis y los objetivos planteados en el estudio. Se utiliza el cuestionario como instrumento de esta técnica, dicho formulario está conformado de un conjunto de preguntas estructuradas, sistemáticas y cerradas, predefinidas y que contienen respuestas establecidas [16]. Dicho instrumento está dirigido a los usuarios del sistema METROVÍA, permitiendo acopiar información que sustente la problemática. La información que se recolecte con este método e instrumento es cuantificable.

Mediante el uso de la entrevista nos permitirá obtener información fidedigna sobre la problemática y la tecnología RFID en la METROVÍA, información que se obtiene mediante la opinión de los entrevistados. El instrumento que se ha usado es el guión de entrevista que consta de un conjunto de preguntas abiertas a la opinión, predefinidas para recaudar información acerca del tema a investigar desde el punto de vista administrativo y operativo de la organización [16][17], el objetivo es recaudar opiniones acerca de la problemática y su posible solución. Este instrumento está dirigido a los operadores de tecnologías de la información y comunicación (TIC) del sistema METROVÍA. El mismo que permitirá dar soporte al análisis de factibilidad, cabe resaltar que la información obtenida con este instrumento no es cuantificable.

El uso de la técnica de observación permitirá visualizar los hechos mediante la observación del investigador. El instrumento para esta técnica es el registro de observación, documento que consta de un conjunto de preguntas directas, sistemáticas y cerradas, con los respectivos criterios que se desean observar, con tres tipos de respuestas predefinidas por el investigador, considerando las variables a investigar y los objetivos del estudio [16] [17]. Este instrumento se ha utilizado para sustentar la problemática. Los datos obtenidos con este instrumento son cuantificables.

Se realiza la investigación en el tramo de estudio del sistema masivo urbano de la ciudad de Guayaquil - Sistema METROVÍA que comprende la Av. Olmedo, calle Pedro Carbo, calle Sucre, calle Tulcán y calle 1 de Mayo, un total de ocho paradas (*Figura 1*).



Figura 1. Ruta de estudio del sistema Metrovía.

Descripción.- Tramo de estudio de la investigación, establece las paradas que van hacer parte del estudio e identifica las distancia entre las mismas. Este tramo forma parte de la Ruta Troncal #3 del sistema METROVÍA.

Fuente : Google Maps.

La información procesada se obtiene de los usuarios del sistema de transporte cuya población se seleccionó en base al estudio de movilidad realizado por la Fundación METROVÍA [2] [18].

La población seleccionada es de 6400 personas entre hombres, mujeres, jóvenes y adultos los cuales se componen en: 6390 usuarios de la METROVÍA y 10 operadores de TIC del sistema de transportación como se muestra en la (*Tabla 1*), cada uno se ha seleccionado con criterios de inclusión como; usuarios que usen el sistema de transporte continuamente, usuarios con punto de vista profesional, usuarios con madurez y credibilidad en sus opiniones, tienen conocimiento de las necesidades y usuarios entre la edad de 20 y 40 años.

Tabla 1. Clasificación de la población.

NO.	DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN
1	Usuarios del sistema METROVÍA	6390
2	Operadores de TIC	10
Total		6400

Fuente: autores

Se seleccionó la muestra como una porción representativa de la población a encuestar para sustentar la investigación y también designar las conclusiones del estudio, se utilizó el tipo de muestra probabilística [19] por tres razones; la primera porque se determina que cada individuo de la población tiene la misma posibilidad de ser seleccionado para ser encuestado, segundo: la frecuencia de usuarios en la ruta troncal no es la misma todos los días y, tercero: considerar que no todos los usuarios circulan por la ruta de estudio [20], este tipo de muestra tiene una característica que evita el sesgo de selección, ayudando y otorgando validez externa a la investigación [21]. Para seleccionar la muestra se utilizó la *Ecuación 1* de la Universidad Católica de Chile CIENES.

Ecuación 1. Fórmula de la muestra

$$n = \frac{P.Q.N}{(N - 1)E^2 / K^2 + P.Q}$$

Fuente: autores

Abreviaturas de la fórmula:

P = Probabilidad de éxito (0.50)

Q = Probabilidad de fracaso (0.50)

N= Tamaño de la población (1018)

E= error de estimación (6%)

K= Nivel de confianza # de desviación. típicas "Z" (2: 95,5%)

n = Tamaño de la muestra

Una vez seleccionada la fórmula y haber entendido los parámetros de la misma, se

realiza el cálculo de la muestra con la población de 6400 usuarios, como se representa en la (Tabla 2).

Para representar el valor de la muestra a encuestar se establece lo siguiente: de los 6390 usuarios del sistema METROVÍA que representan al 99% del total de la población, se determinan que 265 usuarios de la METROVÍA deben ser encuestados, mientras de los 10 operadores de TIC del sistema METROVÍA que representan al 1% de la población seleccionada se determina que un operador de TIC debe ser encuestado; en total 266 usuarios deberán ser encuestados para recolectar información que sustente la problemática y permita comprobar las hipótesis planteadas (Tabla 2). Para el caso del operador de TIC se debe aclarar que también ha sido considerado para la técnica de entrevista debido a que permite dar soporte al estudio de factibilidad planteado.

Tabla 2. Distribución proporcional de la muestra obtenida al implementar la fórmula CIENES.

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA	PORC.
Usuarios del sistema METROVÍA	6390	265	99%
Operadores de Tic del sistema METROVÍA	10	1	1%
Total	6400	266	100%

Fuente: autores

Se investiga la información recopilada mediante dos fuentes. La primera recogida de información que aporta un 40%, la información se desarrolla en las instalaciones del sistema METROVÍA. En este caso, en las paradas de las rutas en estudio, paradas principales como la estación del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y la estación de la Universidad de Guayaquil. Se opta por estas estaciones ya que son las más idóneas de acuerdo a tiempo y origen de la información.

El procedimiento para recopilar información de los usuarios se realiza mediante las encuestas sobre la calidad del servicio y el posible uso de la tecnología para mejorar el mismo. Una segunda recogida de información que aporta un 60% se la obtendrá a través de encuestas web a los usuarios que utilizan el servicio de transporte masivo urbano, esto se realiza ya que se espera la posibilidad de negación o error de sesgo en la muestra seleccionada [22], donde los usuarios en las estaciones proveen una negativa a la entrega de información al encuestador. Por este motivo se entrega un pequeño folleto donde la encuesta está disponible en la web.

5. Recolección de datos

Los instrumentos como la encuesta, la entrevista y la observación se han seleccionados para este estudio porque permiten recolectar información de forma programada, siguiendo un diseño planteado que ayudará al desarrollo de la investigación, facilitando llegar a los objetivos y comprobando la problemática [23].

Cada instrumento ha sido seleccionado para una tarea específica en el estudio; la encuesta acopiará información necesaria para la investigación, además otorgará soporte a las hipótesis y los objetivos planteados en el estudio; la entrevista permitirá receptor opiniones sobre la problemática, con datos fidedignos, otorgando soporte al análisis de factibilidad y la observación se la seleccionó porque también permite recolectar información relevante que ayude y de soporte a la problemática, además que es considerado como parte del conocimiento empírico.

Los instrumentos de recolección de datos tienen validez y confiabilidad con los criterios ya expuestos, pero cabe resaltar que gracias a estos métodos la investigación

consta de dos rigores científico [11] como; la aplicabilidad que otorga validez externa y la neutralidad que otorga la objetividad.

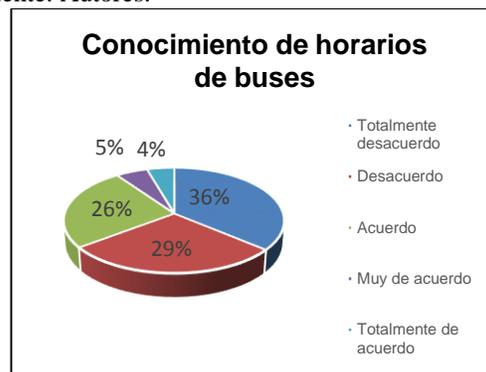
6. Resultados

Presentación de resultados de la encuesta. Se basa en la encuesta realizada a los usuarios del sistema METROVÍA, la cual determinó: el 65% de los usuarios encuestados no tienen conocimiento de los horarios de salida y llegada de los autobuses del Sistema METROVÍA frente al 35% que opina lo opuesto, como se muestra en el *Gráfico 1*.

Gráfico1. CONOCIMIENTO DE HORARIOS DE BUSES.

Descripción: El indicador de porcentaje demuestra la cantidad de usuarios con conocimiento sobre los horarios de los buses de la METROVIA.

Fuente: Autores.



El 92% de los usuarios encuestados manifiestan no estar satisfecho con el servicio brindado por el sistema METROVÍA frente al 8% que opina lo opuesto como se muestra en el *Gráfico 2*.

Gráfico2.SATISFACCIÓN DEL SERVICIO.

Descripción: El indicador de porcentaje demuestra la baja satisfacción que el sistema METROVIA otorga a sus usuarios.

Fuente: Autores.



El 68% de los usuarios encuestados manifiestan estar de acuerdo con el proyecto tecnológico propuesto en este trabajo de investigación para mejorar el servicio METROVÍA frente al 7% que manifiesta lo opuesto como se muestra en el *Gráfico 3*.

Gráfico 3. REQUERIMIENTO DE UN SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

Descripción: El indicador de porcentaje demuestra la opinión del usuario sobre la necesidad de utilizar tecnología para mejorar el servicio.

Fuente: Autores.



Resultados de las hipótesis:

Primera hipótesis: Se determina que la escasa información de las unidades de la METROVÍA incide en la calidad del servicio, como se muestra en el *Tabla 3*.

Tabla 3. Resultado de la hipótesis 1 realizada la respectiva prueba de contraste, donde la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada.

POSIBLE ACCIÓN	CONDICIÓN DE LA HIPÓTESIS	
	H0	No se rechaza
H0	rechaza	*
HA	No se rechaza	*
HA	Rechaza	

Fuente: autores

Segunda hipótesis; Se demuestra que la escasa información de las unidades de la METROVÍA ocasionan desorden y aglomeración en las paradas como se muestra en el *Tabla 4*.

Tabla 4. Resultado de la hipótesis 2 realizada la respectiva prueba de contraste, donde la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada.

POSIBLE ACCIÓN	CONDICIÓN DE LA HIPÓTESIS	
	H0	No se rechaza
H0	rechaza	*
HA	No se rechaza	*
HA	Rechaza	

Fuente: autores

Tercera hipótesis; Se demuestra que la calidad del servicio motivada por la escasa información hace probable la utilización de la tecnología por medio de la creación de un diseño de red RFID, como se muestra en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Resultado de la hipótesis 3 realizada la respectiva prueba de contraste, donde la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada. Demostrando que debido a la calidad del servicio es necesaria la utilización de tecnología.

POSIBLE ACCIÓN	CONDICIÓN DE LA HIPÓTESIS	
	H0	No se rechaza
H0	rechaza	*
HA	No se rechaza	*
HA	Rechaza	

Fuente: autores

En los resultados expuestos se demuestra la existencia de un problema en el sistema METROVÍA y los síntomas que ésta problemática presenta, para poder contrastar el problema se propone los siguientes diseños de red con tecnología RFID que permitirán obtener y proporcionar información del sistema al usuario de la METROVÍA.

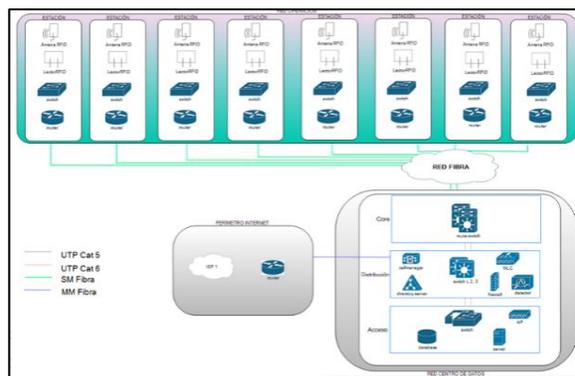
El diseño macro de la red que se muestra en el *Gráfico4*, este contiene tres partes y representa a toda la red informática del sistema METROVÍA. La red de operación está constituida por varias redes de área local (LANs) de pequeño esquema establecidas en cada parada de la ruta en estudio, estas redes tienen como objetivo obtener información de los autobuses para transmitirla a la red del centro de datos y proporcionar información a los usuarios del sistema.

La red del centro de datos considerada la red LAN de gran esquema, lugar donde se procesará, almacenará, realizará ciclos de programación y enviará la información a la Red de Operación. El perímetro de internet es la que permitirá la conexión de la red Centro de Datos hacia la WAN. Además se debe de considerar la red de fibra que se muestra en el *Gráfico4*, la misma que es la estructura física que pertenece al sistema tener conectividad a todas las redes distanciadas geográficamente.

Gráfico4: Diseño macro de la red informática del sistema METROVÍA.

Descripción: La imagen demuestra que la red está constituida en tres partes, considerando todo el hardware a utilizar, el medio que permite la comunicación y la conexión a otras redes privadas y públicas. Gráfico que permite tener una mejor perspectiva de la solución.

Fuente: Autores.



El diseño de la Red Centro de Datos que se demuestra en el *Gráfico 5* cuyo objetivo es mejorar la infraestructura actual con cuatro características;

Redundancia en equipos, software y enlaces físicos; aquellos para establecer la alta disponibilidad del servicio en la red.

Jerárquica; donde cada capa y equipo cumple una función específica en la red.

Modularidad; para considerar la expansión de la red en el futuro.

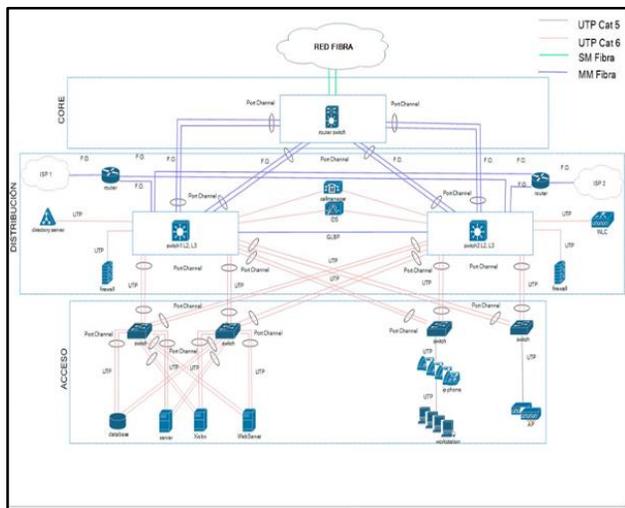
Flexibilidad; caracterizada por la capacidad de compartir el tráfico generado en la red.

Otra característica de relevancia es ampliar el ancho de banda de los enlaces físicos en el diseño de red, debido a que se espera generar mayor cantidad de datos por segundo que pueden saturar y generar tráfico en la red.

Gráfico5: Diseño de la red Centro de Datos a proponer en la METROVÍA.

Descripción: Estructurada por elementos hardware necesarios e importantes en los tres capas: acceso, distribución y Core. Se demuestra características de redundancia, modularidad, jerarquía y flexibilidad de la red. Gráfico que permite tener una mejor perspectiva de la solución analizando fallas y aciertos en el diseño.

Fuente: Autores.



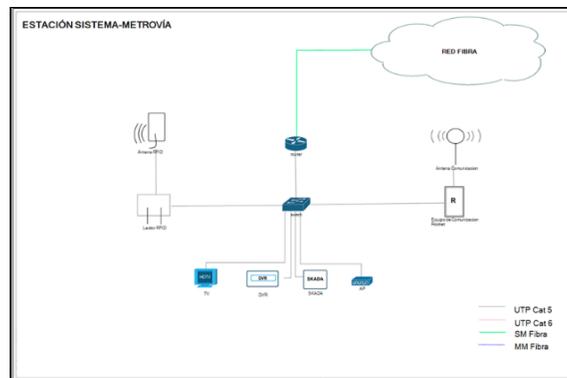
Fuente: autores

El diseño de red de operación que se demuestra en el *Gráfico6*, está constituido por equipos intermedios y finales de red como router, switch, el equipo de cobro automático de pasaje (escada), cámaras IP, internet, equipo de tv informativa, antena y lector RFID [24], antenas y equipos de comunicación que permiten expandir la red para establecer nuevos puntos con los equipos RFID[24] para poder leer los códigos establecidos en los autobuses y generar información. Este diseño es una red LAN de pequeña esquema ubicado en las paradas de la ruta en estudio, el principal objetivo es obtener y proporcionar información para el usuario del sistema METROVÍA.

Gráfico6: Diseño de la red de operación en las paradas del sistema METROVÍA.

Descripción: Demuestra los servicios tecnológicos actuales y futuros de la red. Servicios representados por los equipos hardware mostrados. Gráfico que permite ubicar en espacio la red y el hardware RFID a proponer.

Fuente: Autores.



Fuente: autores

7. Análisis costo/beneficio

Se establece este análisis costo/beneficio de esta investigación con el objetivo de sustenta el presupuesto económico de los recursos tecnológicos y humanos para el desarrollo del proyecto tecnológico, justificando la inversión y los procesos que se van a desarrollar, valorando los beneficios que el proyecto traerá para todos los involucrados.

8. Análisis económico del proyecto

Se determinan los costos que generará el proyecto, considerando el costo de desarrollo, el costo de operación y gastos adicionales, además se especifica que los costos utilizados en el estudio fueron recolectados de proveedores que venden los equipos de la tecnología y empresas que venden el servicio tecnológico, también se expone que los costos que se generarán son necesarios y la probabilidad que se incurra en otros gastos está vigente, ya que se considera que por diversos motivos no pueden ser suficientes para el desarrollo del proyecto. El costo de la solución tecnológica se establece en el siguiente valor de \$225.650,00 dólares americanos; cabe aclarar que este costo tiene relación directa con un proceso de prueba de la tecnología durante seis meses, tiempo en el cual se ha considerado gastos de

desarrollo, gastos de operación y gastos adicionales.

9. Ingresos del proyecto

Se expone la idea para poder cubrir el costo del proyecto, considerando lo siguiente: porcentaje de usuarios que circulan por la ruta donde está ubicado el tramo en estudio, el precio del pasaje, los días de funcionamiento del sistema y el crecimiento mensual de usuarios de esta ruta. El 8,75% del 100% de usuarios que utilizan el sistema METROVÍA en esta ruta troncal es el porcentaje necesaria a considerar para que el proyecto sea autosustentable durante el proceso de prueba; en síntesis, se tomaría el valor del pasaje de 14000 personas de las 160000 que utilizan diariamente la METROVÍA en esa ruta troncal, esta cantidad de usuarios generaría mensualmente \$105.000,00 dólares americanos, con un incremento del mensual del 2% esperado.

10. Beneficios del proyecto

Pese al costo elevado de la solución tecnológica se consideran beneficios que permitirían mejorar el servicio, facilitando realizar tareas y desarrollar más aplicativos que beneficien al sistema y por supuesto a la ciudad, los beneficios a considerar para este proyecto se determinan a continuación:

- Poder disponer de información de las unidades en tiempo real para los usuarios en las paradas como para la administración.
- Facilitar las tareas de control de activos fijos del sistema en cada estación en tiempo real (equipos de comunicación, bancas, tv, etc.).
- Control de velocidad con la que circula el bus articulado.

- Ubicación de la unidad en la ruta troncal parecido al sistema GPS.
- Facilitar la ubicación de buses averiados en la ruta troncal.
- Poder utilizar aplicativos adicionales como creación de aplicaciones para Smartphone que permita visualizar información de arribos y salidas de las unidades de METROVÍA en las paradas del sistema.
- Información disponible en tiempo real vía web para los usuarios.
- Información disponible en tiempo real vía web para los administradores.
- Facilitar las tareas de control al departamento de operación, mejorando el control e identificando los conductores que manejan cada unidad (Código Tag).
- Incremento económico.
- Mayor cantidad de usuarios utilizarán el servicio por la calidad que este brinda
- Aporte a la descontaminación ambiental al promover un servicio de transportación único en la ciudad.

11. Discusión

Discusión resultados en las encuestas:

Un gran porcentaje de usuarios de la METROVÍA confirma la problemática al exponer su opinión en las encuestas de no tener información referente a los autobuses de la METROVÍA, refiriéndose a la información de arribos y salidas de los autobuses que son inexistentes en las estaciones del servicio, lo que provoca situaciones conflictivas adicionales, una de ellas es el desorden.

El segundo resultado determina la insatisfacción que el usuario tiene acerca del servicio que brinda el sistema METROVÍA, confirmando la problemática expuesta en esta investigación, a la vez esto podría exponer a la METROVÍA, una caída de ingresos debido a que el usuario preferirá otro tipo de transportación con mejor servicio.

El tercer resultado, expone que la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia-RFID en conjunto con una red informática es una buena alternativa para solucionar los problemas de información que se presentan en el sistema METROVÍA, esto es confirmado y aceptado por los usuarios en sus opiniones, exponiendo la necesidad de mejorar el servicio de la METROVÍA.

12. Discusión resultados en las hipótesis:

Primera hipótesis, se demuestra que la escasa información de la METROVÍA afecta o tiene causalidad en la calidad del servicio que el sistema otorga a sus usuarios, pero al mismo tiempo se apertura una duda acerca de la existencia otros factores que también inciden o forman parte de la causa directa o indirectamente en el sistema y que se ve reflejado en el servicio brindado.

Segunda hipótesis, se demuestra que la escasa información de las autobuses de la METROVÍA tienen causa o efecto en el desorden y aglomeraciones ocasionados por el usuario, problema que se presenta en las estaciones del servicio, además se expone que este no es el único factor que interviene en este comportamiento, se piensa que existen factores sociales que inciden en la disciplina y el buen comportamiento del ciudadano, como lo estipula en la investigación *“Sistema Integral de Transportación Masivo Urbano METROVÍA: Integración del servicio al sector turístico”* en el cual se demuestra que

factores sociales en los usuarios del servicio METROVÍA podrían ser una barrera para adaptar el servicio al sector turístico.

Tercera hipótesis, la calidad del servicio es un problema y complementado con la escasa información de los autobuses, se traduce en una insatisfacción del usuario que tiene efecto económico en los involucrados, puesto que provoca la búsqueda de alternativas para solucionar la problemática, alternativas que hoy en día se inclinan por tecnologías que faciliten la gestión y administración de recursos de una organización.

La investigación expuesta es direccionada a la búsqueda de una solución tecnológica para solucionar el problema, pero para llegar a esa solución se debería considerar otros factores que pueden afectar en la solución tecnológica encontrada uno de los factores, es el comportamiento social del individuo que utiliza el servicio, se hace referencia a esto como un factor adicional que aporte para el éxito de este trabajo e impida el fracaso del proyecto, pese que en otras investigaciones como *“Sistema de control RFID para los puntos de chequeo de autobuses de servicio público”* no se hace referencia a este factor social presente en el usuario, solo mencionan al factor tecnológico y aspectos técnicos de la tecnología.

En la investigación *“Sistema Integral de Transportación Masivo Urbano METROVÍA: Integración del servicio al sector turístico”* se deduce la problemática por medio de la selección de una muestra muy amplia debido a que el entorno donde se desarrolla la problemática es amplia, refiriéndose a un sistema de transportación de una ciudad, analizando al usuario que diariamente usa el servicio, de igual forma en este estudio se utiliza una muestra amplia debido a que se necesita confirmar el

problema que presenta el sistema METROVÍA, analizando las opiniones de los usuarios que cotidianamente utilizan el servicio.

La recolección de información cualitativa a través de las entrevistas a los principales responsables de la organización afectada en este estudio (Fundación METROVÍA), no se pudo realizar por imprevistos presentados, la recolección de esta opinión es muy importante en esta parte de la investigación, pues se hace hincapié en sugerir realizar esta entrevista a esta autoridad.

En el diseño de red presentado se tiene un punto a favor que es el juicio de experto otorgado por un profesional que tiene el conocimiento de diseño de redes, este juicio fue favorable en cuanto a las funcionalidad técnica de la red como jerarquía, redundancia, modularidad, y flexibilidad lo cual en otras investigaciones como “*Sistema de control RFID para los puntos de chequeo de autobuses de servicio público*” no existen.

Las limitaciones que se exponen en esta investigación radica en la recolección de información, un porcentaje de las encuestas fueron realizadas en las estaciones del sistema mientras que el otro porcentaje fueron vía web, razón por el cual puede verse afectada la veracidad de la información recolectada, en otra parte que se limita la investigación frente a otras investigaciones, es la forma de analizar los datos en la cual la investigación “*Calidad del servicio del sistema integrado de transporte masivo urbano METROVÍA de la ciudad de Guayaquil*” utiliza fórmulas estadísticas que permiten tener mayor confiabilidad en el análisis de los datos recolectados o hacen uso de la prueba como Chi-cuadrado que es una análisis estadístico de la información recolectada para determinar el grado de credibilidad del análisis.

El software es otra limitación que esta presenta en este trabajo, no se toma en cuenta el desarrollo de software en sus aspectos técnicos, solo se lo consideró en su costo económico, en contraste con otros trabajos como “*Sistema de control RFID para los puntos de chequeo de autobuses de servicio público*” el cual considera el software en sus estudios como parte fundamental para los sistemas RFID a proponer.

13. Conclusiones

Se puede concluir que la tecnología Radio Frequency Identification (RFID) tiene una variedad de aplicaciones para considerar, como soluciones a problemas del sistema de transporte y de la ciudad.

La cantidad de operaciones diarias en el sistema METROVÍA es amplia y por lo tanto se requiere de la colaboración de una tecnología que facilite las tareas a los administradores y a su vez optimice el funcionamiento del sistema.

Se define dos tipos de puntos donde serán ubicados los equipos RFID para la localización de los autobuses: en las paradas y entre las paradas. Se concluye y determina que los puntos de ubicación entre paradas para los equipos RFID pueden no ser considerados en el diseño de red debido al factor económico y a que las distancias entre estaciones no supera los 700metros y la red junto a la tecnología puede obtener y proporcionar la información a los usuarios, sin ningún contratiempo.

El diseño de red RFID incorpora nuevas características técnicas que permite el incremento de usuarios y equipos, y alta disponibilidad en el servicio, permitiendo contrarrestar el problema actual y evitar

futuros inconvenientes que afectan al sistema METROVÍA.

Además, la inclusión de este tipo de tecnología deja abierta una brecha donde las entidades que brindan servicio de transportación urbana puedan, en un futuro, incorporar mayores servicios y permitan al usuario una mayor comodidad en el uso de dichos servicios.

14. Bibliografía

[1] Autor: Sarmiento Cedeño A., Año:2014. *Análisis situacional de la calidad de servicio del transporte terrestre público convencional urbano de pasajeros para plantear propuestas de mejora en la ciudad de Guayaquil.* (Tesis de pregrado), <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/2039>. p XVIII, p. 61-73.

[2] Autor: Fundación METROVÍA, Año: 2006.

Plan de racionalización del Transporte Público de la Ciudad de Guayaquil - METROVÍA. Obtenido de <http://www.metrovia-gye.com.ec/estudiostroncales>

[3] Auto: Consejo Cantonal de Guayaquil, Año: 2006.

Reglamento general del sistema integrado de transporte masivo urbano de Guayaquil.

[4] Autor: Casal J. & Romero J., Año: 2009 *Sistema Integral de Transportación Masivo Urbano METROVIA: Integración del servicio al sector turístico.*(Tesis Grado). Obtenido de

<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/21305>, p. 119-120.

[5] Autor: Zambrano Alvarado J., Año: 2015 *Relación entre percepción del servicio.*

[6] Auto: CEPAL, Año: 2009.

*Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina.*Naciones Unidas . Obtenido de

http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3641/S2009308_es.pdf?sequence=1, p. 7.

[7] Auto: Consejo Cantonal de Guayaquil, Año: 2006.

Reglamento general del sistema integrado de transporte masivo urbano de Guayaquil.

[8] Autor: Fernández S., Marcillo C., Muñoz J., Año: 2006

RFID: La tecnología de identificación por radio frecuencia.

[9] Autor: Monje C., Año: 2011

Metodologia de la investigacion cualitativa y cuantitativa guia didactica., p. 10-50.

[10] Autor: Manual UPEL, Año: 2006

Manual de trabajos de Grado y especialización y maestrías y tesis doctoral. <http://neutron.ing.ucv.ve/NormasUPEL2006.pdf>, p. 10-15.

[11] Autor: Paz M., Año: 2000

Criterio de validez en la investigacion cualitativa.

[12] Autor: Carvajal A., Centeno C., Watson R., Martínez M., Sanz A., Año: 2011

Como validar un instrumento de medida de la salud?. Obtenido de

http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272011000100007&script=sci_arttext&tlng=em

[13] Autor: Universidad de Alcalá, Año: 2005

Metodos de análisis de datos., p 6-9.

[14] Autor: Full Service Research Company Muñoz, Año: 2008

Escala de Likert Utilizada prácticamente por todos los estudios de investigación, esta escala suele tener serios inconvenientes y limitaciones.

[15] Autor: Wayne W., Año: 2008

Conceptos y generalidades de pruebas de hipótesis.

[16] Autor: Universidad Nacional Abierta, Año: 1991

Medios, Instrumento, Técnicas y Metodos en la Recolección de Datos e informacion. Obtenido de

<http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>

[17] Autor: Revista de Investigación Educativa, Año: 2006

Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales mas usadas en la investigacion cualitativa. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2833/283321886011.pdf>

[18] Autor: Gómez C, Año: 2015

Parámetros de Movilidad de los usuarios de la Troncal I. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/3578/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-110.pdf>

[19] Autor: Torres M., Paz K., Salazar F., Año: 2008

Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. http://www.tec.url.edu.gt/BOLETIN/URL_02_BAS02.PDF

[20] Autor: Bioestadística, Año: 2008

Poblaciones y muestras.

[21] Autor: Celorrio A., Hernández S., Echeverría M., Año: 2010

Tamaño de muestra para datos cualitativos y cuantitativos.

[22] Autor: Eslava J., Escobar F., Año: 2012
Error aleatorio, sesgo y fraude en las investigaciones científicas. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rca/v40n2/v40n2a01.pdf>

[23] Autor: Soto Freire, Año: 2010

Elaboración de una guía didáctica de Universidad Central del Ecuador.

[24] Autor: Portillo J., Bermejo A., Año: 2008

RFID: Aplicaciones en el ámbito de salud.