



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

### OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

### TEMA:

ESTUDIO DEL NIVEL DE CONFORT EN  
LAS 5 LINEAS MAS UTILIZADAS DEL  
TRANSPORTE URBANO DE CUENCA  
MEDIANTE LA APP LOWCOST.

### AUTOR:

PABLO ANDRÉS CAJAMARCA DUTÁN.

### DIRECTOR:

NESTOR DIEGO RIVERA CAMPOVERDE

CUENCA – ECUADOR

2024

**Autor:****Pablo Andrés Cajamarca Dután**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con  
Mención en Negocios Automotrices por la Universidad  
Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

pablocajamarca8@hotmail.com

**Dirigido por:****Néstor Diego Rivera Campoverde**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Máster en Sistemas Automotrices.

nrivera@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

PABLO ANDRÉS CAJAMARCA DUTÁN

Estudio del nivel de confort en las 5 líneas más utilizadas del transporte urbano de Cuenca mediante la APP LOWCOST.

## **DEDICATORIA**

Dedicada a mis padres Guillermo y Rosa, de igual manera a mi prometida Sheyla Arévalo por ser el pilar fundamental en la lucha por seguir creciendo cada día más como profesional y como persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente quiero agradecer a Dios por permitirme haber cursado una etapa de mi vida, con altas y bajas, a mis amigos que más que amigos a lo largo de la carrera se convirtieron en un pilar fundamental para poder salir adelante.

A mis padres, Guillermo y Rosa que a pesar de las dificultades que se pusieron en mi camino para salir adelante con mis estudios, ellos siempre supieron darme la mano y la fuerza que necesitaba en momentos difíciles para continuar con este camino.

A mi prometida, Sheyla Arévalo que fue de gran ayuda en la elaboración del proyecto, siendo una parte fundamental en las horas de trabajo empleados en el mismo.

Finalmente, a mi tutor el Ingeniero Néstor, gracias por la paciencia y la sabiduría que tuvo para poder guiarme, no solo como tutor, sino como un amigo.

# TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	8
Abstract .....	10
1. Introducción .....	12
2. Determinación del Problema.....	14
3. Marco teórico referencial.....	16
3.1 Transporte Público .....	16
3.1.1 Antecedentes del transporte público.....	16
3.1.2 Tipos de transporte público en la historia.....	16
3.1.3 Evolución del transporte público en Ecuador. ....	17
3.1.4 Evolución del transporte en la ciudad de Cuenca. ....	17
3.2 Red de transporte.....	20
3.3 Vibraciones. ....	21
3.3.1 Tipos de vibraciones. ....	21
3.3.2 Efectos en el ser humano. ....	24
3.4 Normativa NTE-ISO 2631-1.....	25
3.5 Aplicación LOW COST. ....	27
3.5.1 Preparación para toma de datos. ....	28
3.6 Análisis de flujo de usuarios que utilizan el transporte público.....	29
3.6.1 Flujo de personas.....	29
3.6.2 Demanda del sistema. ....	29
3.7 Recorrido de líneas.....	30
4. Materiales y metodología.....	34
4.1. Materiales.....	34
4.2. Metodología. ....	34
5. Resultados y discusión.....	35
5.1. Análisis de resultados. ....	35
5.1.1. Línea 7. “Mall del Río–Trigales” .....	35
5.1.2. Línea 7. “Trigales–Mall del Río” .....	37
5.1.3. Línea 13. “Hospital del IESS–Mutualista Azuay II”. ....	39
5.1.4. Línea 13. “Mutualista Azuay II-Hospital del IESS”. ....	41
5.1.5. Línea 16. “Hospital del Río–Mutualista Azuay” .....	43

---

5.1.6.	Línea 16. “Mutualista Azuay-Hospital del Río” .....	44
5.1.7.	Línea 28. “Feria Libre–Llacao” .....	46
5.1.8.	Línea 28. “Llacao–Feria Libre” .....	48
5.1.9.	Línea 100. “Baños-Ricaurte” .....	50
5.1.10.	Línea 100. “Ricaurte-Baños” .....	52
5.2.	Valores máximos y medios. ....	54
6.	Conclusiones .....	55
	Referencias .....	57

# ESTUDIO DEL NIVEL DE CONFORT EN LAS 5 LÍNEAS MAS UTILIZADAS DE TRANSPORTE URBANO DE CUENCA MEDIANTE LA APP LOWCOST.

AUTOR(ES):

PABLO ANDRÉS CAJAMARCA DUTÁN

## RESUMEN

En la actualidad, en la ciudad de Cuenca, el sistema de transporte público es un servicio brindado por la Cámara de Transporte de Cuenca, la misma que cada cierto tiempo analiza el alza de los pasajes del servicio, dentro de esto existe el malestar entre los usuarios que cada día toman las unidades para dirigirse de un punto A hacia un punto B. Un factor que se toma en cuenta es el confort que siente el usuario al realizar el viaje, por esa razón, en este proyecto se analiza en varios viajes si estos pueden o no pueden ser confortables.

Teniendo esto en cuenta se utiliza una APP LowCost la cual permite realizar la toma de cada uno de los datos necesarios para realizar el análisis, para lo mismo se realiza un diagnóstico de cuáles son las 5 líneas de transporte público que son más utilizadas por los usuarios en la ciudad, esto gracias al Plan de Movilidad de la ciudad de Cuenca. Con este análisis se tiene en cuenta que las líneas más utilizadas son la Línea 7 la cual cumple con el recorrido de Los Trigales-Mall del Río, y de igual manera desde el Mall del Río hasta Los Trigales, la Línea 13 que cumple el recorrido desde el Hospital del IESS hasta la Mutualista Azuay II y de igual manera en el retorno parte de la Mutualista Azuay II hasta el Hospital del Río, la Línea 16 que cumple su recorrido desde el Hospital del Río hasta la Mutualista Azuay y su retorno desde la Mutualista Azuay II hacia el Hospital del Río, la Línea 28 la cual tiene un recorrido desde la Feria Libre hasta Llacao y de Llacao hasta la Feria Libre y por último la Línea 100 la misma que cumple el recorrido desde Baños hasta Ricaurte y de Ricaurte hasta Baños. Con estos datos se realiza la toma de datos en cada una de las líneas teniendo en cuenta la realización de 3 tomas por recorrido.

Dentro de cada turno se realiza el empleo de la aplicación para la recolección de datos durante el recorrido de los mismos, para luego analizar estos datos mediante el software Matlab, en donde se comparan los valores obtenidos con los valores expuestos en la norma ISO 2631, la cual brinda los valores de vibración en la que los seres humanos llegan a tener afecciones en el cuerpo.



Finalmente, se tienen los análisis en donde se puede observar que en todos los recorridos realizados no existe un turno en donde el recorrido tenga confort.

**Palabras clave:**

Plan de Movilidad, Confort, Vibración, Ser Humano..

## ABSTRACT

---

Currently in the city of Cuenca the public transportation system is a service provided by the Chamber of Transportation of Cuenca, the same that from time to time analyzes the increase in fares of the service, within this there is discomfort among users who every day take the units to go from point A to point B. A factor that is taken into account is the comfort that the user has when making the trip, that is why this project analyzes in several trips whether or not these may or may not be comfortable.

Taking this into account, the LowCost APP is used, which allows us to take each of the necessary data to perform the analysis, for the same, a diagnosis of which are the 5 lines of public transport that are most used by users in the city, this thanks to the Mobility Plan of the city of Cuenca. This analysis shows that the most used lines are Line 7, which covers the route from Los Trigales-Mall del Rio, and also from Mall del Rio to Los Trigales. Line 13, which runs from the IESS Hospital to Mutualista Azuay II and from Mutualista Azuay II to Hospital del Rio. Line 16 which runs from Hospital del Rio to Mutualista Azuay and likewise on its return from Mutualista Azuay to Hospital del Rio. Line 28 which runs from the Feria Libre to Llacao and from Llacao to the Feria Libre. Line 100, which runs from Baños to Ricaurte and from Ricaurte to Baños. With this data, data is taken in each of the lines, taking into account the realization of 3 shots per route.

Within each shift, the application is used to collect data during the tour of the same, and then these data are analyzed using Matlab software, where the values obtained are compared with the values set out in the ISO 2631 standard, which gives us the values of vibration in which humans can get to have conditions in the body.

Finally, we have the analysis where it can be observed that in all the routes performed there is no shift where the route has comfort.

**Palabras clave:**

Mobility Plan, Comfort, Vibration, Human Being.

# 1. INTRODUCCIÓN

---

El confort dentro de un medio de transporte público se puede llegar a definir como la comodidad que tiene el pasajero cuando este realiza su viaje para movilizarse de un punto a otro. Sea que el pasajero viaje de pie o sentado y de igual manera si las vibraciones son o no percibidas. La incomodidad con la que los pasajeros viajan y las quejas que se dan por parte de los usuarios al momento de realizar un viaje cada día incrementan, y a pesar de esto se plantea el incremento de pasaje para abordar las unidades, sin tener en cuenta la opinión pública.

En Cuenca, no se tiene en consideración lo que las personas piensan sobre el servicio que presta la cámara de transportes de Cuenca con sus unidades, esto debido a que existen quejas sobre la manera abrupta en la que los conductores conducen o la manera en la que se brinda el servicio. Lo que lleva a una interrogante que es ¿El servicio de transporte público que brinda la cámara de Transporte de Cuenca es realmente comfortable.? Teniendo en cuenta las quejas de los usuarios se plantea una hipótesis de que en realidad no existe confort durante el servicio.

El objetivo de este proyecto es estudiar el nivel de confort de los usuarios del transporte urbano en la ciudad de Cuenca mediante la APP LOW COST.

Para llevar a cabo el objetivo planteado se han estructurado tres apartados. En el primero se toma en cuenta un análisis de las horas en donde existe mayor flujo de usuarios que utilizan el transporte público, junto con las horas que presentan mayor y menor tráfico vehicular en la ciudad de Cuenca con esto se delimita los horarios para la toma de datos. Seguido a esto se aplica APP LOW COST en las 5 líneas de transporte público más utilizadas en la ciudad de Cuenca durante el recorrido completo de cada línea, para crear una base de datos la cual en el siguiente apartado van a ser tomadas en cuenta para el análisis respectivo. Y como parte final se analiza los datos obtenidos mediante la APP LOW COST en la ciudad de Cuenca,

---

en donde se puede observar cuáles son los resultados obtenidos y las conclusiones respecto al estudio realizado.

## 2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Cuenca existe cierto malestar por parte de los dueños del sistema de transporte urbano, esto debido al alza de combustibles que genera una desconformidad con el pasaje de 30 centavos de dólar que ellos tienen de ingreso por persona, con este apartado se pretende elevar el costo del pasaje.

Por otro lado los usuarios no se sienten conformes con el servicio brindado por el transporte esto debido a que su nivel de confort no es el adecuado, de estos dos puntos nace la idea de medir el nivel de confort que tiene cada usuario y si este es bueno como para poder dar paso a una alza de precio del pasaje, el nivel de confort será establecido con mediciones de vibración que produce la unidad debido a que también puede verse influenciado en las encuestas debido al estado de ánimo de cada usuario por lo que influye en el resultado final.

En un estudio ya realizado en el año 2021 se toma en consideración el confort que tienen las personas al viajar en el medio de transporte, esto se lo realiza específicamente para el tranvía de la ciudad de Cuenca. El autor especifica el uso de la normativa ISO 2631 la cual habla sobre la evaluación de la exposición del ser humano a las vibraciones de cuerpo entero, con el fin de poder determinar cuál es el nivel de confort. Mediante el método Sperling se toma los datos pertinentes con los cuales se realiza ponderaciones para poder llegar a la conclusión de que el tranvía resulta generar vibraciones no tan altas que casi no son percibidas por el usuario y es por esto que es un medio de transporte muy cómodo, teniendo excepciones que se dan al momento de frenos bruscos o aceleraciones. (Novillo, 2021)

Llacuma J. especifica en su monografía, para que el usuario se sienta cómodo cancelando más dinero por el servicio recibido, tiene que ver directamente con varios factores, uno de ellos es el confort, explica que cada persona va a percibir de una manera distinta según el estado de ánimo de cada usuario, es decir, si el usuario

está enfermo o triste, una encuesta no sería la mejor manera para poder generar este tipo de estudio. (Llacuma & Aguilar, 2019)

Otro estudio muestra que el nivel del confort que van a tener los pasajeros se enfoca en un plano de factores como por ejemplo el tiempo de viaje, cual fue el costo del mismo, como fue el trato que recibió por parte del conductor, de igual manera también se toma en cuenta factores netamente anímicos de cada persona.

El confort que puede llegar a tener un individuo se expresa mediante su estado de ánimo, sin embargo, este no representa lo que realmente siente el cuerpo humano, esto expresa Aguilar G. en su estudio en base a encuestas realizadas en el año 2019 dentro de la ciudad de Esmeraldas en donde se encuentra que más del 50% expresa su malestar con el nivel de confort, el 25 % expresa un nivel regular, el 12% expresa un nivel bueno y el 9% muy bueno, esto tomando en cuenta el pensar de los usuarios y no como el cuerpo recibe el nivel de vibraciones para poder tomar una decisión final. (Llacuma, 2017)

Según el “Análisis de la calidad del servicio de transporte público”, un estudio realizado en Guatemala llega a expresar el nivel de confort como la necesidad del ser humano para movilizarse de una manera en la que se sienta seguro tanto física como mentalmente, en las cuales sondearon alrededor de 1500 usuarios en donde se tomó en cuenta el estado de ánimo de cada pasajero al momento de tomar la encuesta. Además, se toma en cuenta como los conductores manejan las unidades y con esto concluyen que, para que un bus brinde un nivel de confort alto y agradable para el usuario, las vías por donde este circula deberían ser de muy buena calidad, además que la unidad se encuentre en perfecto estado mecánico y que el conductor tenga excelentes hábitos de conducción. (Zamora, Tercero, & Zuniga)

## 3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 3.1 TRANSPORTE PÚBLICO

#### 3.1.1 ANTECEDENTES DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Durante el pasar del tiempo los seres humanos tienen la necesidad de trasladarse de un punto a otro, es por esto que nace el sistema de transporte público por el año 1826 en donde Stanils Av. Brady dueño de un balneario, al tener la necesidad de trasladar a sus clientes desarrolla un sistema de transporte el cual iba desde el centro de Nantes hacia su negocio. El sistema consistía en una carroza grande impulsada por caballos, en la cual podía movilizar un buen número de personas, con el pasar del tiempo el sistema ya no abarcaba únicamente la ruta principal, sino que comenzaba a unir diferentes puntos de una manera mucho más económica.

Tal fue el apogeo que tuvo por parte de las personas que necesitaban trasladarse de un punto a otro, que en Paris en el año 1828 deja su negocio y funda la primera empresa de transporte público llamada Enterprise Générale des Ómnibus, expandiendo sus horizontes y llegando hasta Nueva York.

#### 3.1.2 TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA HISTORIA.

Con el pasar de los años y la necesidad que se va presentando en los seres humanos, también van evolucionando los medios de transporte tales como se detallan a continuación:

- a) Carreta: este tipo de transporte se lo puede observar hasta la actualidad el cual consiste en una carreta halada mediante caballos, la misma que en la época servían para el transporte de productos para su comercialización.
- b) Barcos a vapor: los barcos a vapor salieron en la época de la revolución industrial mediante el cual ya no eran impulsados por viento sino ya poseían



un motor propio a vapor, en donde transportaban a personas y/o productos para la comercialización.

- c) Locomotora: su invención dio gran fruto para el transporte de un gran número de personas a distancias largas o cortas.
- d) Taxis: alrededor del año 1801 comienzan a surgir los primeros taxis como se los conoce en la actualidad los cuales llevan un grupo significativo de personas de un punto a otro, además los vehículos de este tiempo eran impulsados por motores a vapor.
- e) Ómnibus: este es el nacimiento del bus como se lo conoce en la actualidad, sus inicios se dan como un vagón de tren impulsados por caballos, los mismos que cumplían su finalidad de transportar a grandes masas de personas de un lugar a otro de una manera económica. (Oyón, 1999)

### 3.1.3 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN ECUADOR.

Con el fin de agrandar los mercados y la comercialización en el Ecuador se tiene los primeros indicios que en el año 1881 surgen las primeras empresas de transporte que constaban de carrozas haladas por equinos las cuales iban sobre rieles. Dando paso a que en el año 1884 nazca la primera asociación de carros urbanos, los mismos que tenían como sus principales accionistas a grandes exportadores y banqueros del momento. Sin embargo, se registra que el entonces presidente Rodolfo Baquerizo Moreno en el año 1922 trae al país los primeros buses que contaban con una capacidad para 30 pasajeros, con un valor de pasaje de 0,5 centavos. Para tiempo después en el año 1929 crear la primera empresa de Buses en el Ecuador cuyo costo era de 0,10 centavos. (Arguello, Palahuachi, & Uvidia, 2020)

### 3.1.4 EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE CUENCA.

Con el auge del transporte urbano en el mundo, la ciudad de Cuenca no se podía quedar atrás y es por eso que en el año 1945 da inicio el transporte público dentro de la ciudad y con esto la generación de un nuevo gremio de choferes profesionales,

formando entonces la empresa 12 de abril, primera empresa de transporte público de la ciudad. Comenzó sus operaciones en el año 1958, para luego formarse en el año 1960 la empresa “Tomebamba” conformada por 10 unidades (el modelo se encuentra representado en la figura 1.) De igual forma surgen nuevas empresas tales como la empresa “Turismo Baños” en 1985, empresa “10 de Agosto” en el año 1988 de igual manera en 1991 se conforma la empresa “Supertaxis Ricaurte S.A.” y “Uncovía Ltda.” Al nacer estas compañías cada cual tenía definida su ruta debido al apogeo que tenían en ese entonces, de tal manera que cada empresa tenía rutas exclusivas por donde estos llegaban a operar. Además, presentaban dos tipos de servicios, el servicio ejecutivo y popular, con un horario fijo para el servicio ejecutivo de hasta las 22 horas con la peculiaridad que estos buses únicamente brindaban el servicio para sus pasajeros sentados, caso contrario en el servicio popular las personas podían ir sentadas y de pie con un horario de hasta las 19 horas. (Baculima & Morales, 2016)



*Figura 1 Bus Popular de la empresa Tomebamba. (Desconocido, Bus popular de la empresa Tomebamba)*

Al inicio se contaba con un recorrido de 31 líneas de buses urbanos y 19 líneas que recorrían o acercaban a las 13 parroquias más cercanas al casco urbano. Esto con un sin número de paradas ya que hasta el momento no se contaba con paradas definidas. Las líneas que circulaban en ese entonces tomaban sus propias rutas lo cual implicaba que estas podían circular por el centro histórico, pero como el

transporte privado incrementaba esto tuvo que cambiar es por esto que en el año 1977 se crea un reordenamiento de las rutas en donde se prohíbe el ingreso de buses al centro histórico teniendo en cuenta las 24 manzanas del centro delimitando la calle “Sucre” y “Gran Colombia” en sentido norte sur y en sentido este oeste las calles “Tarqui” y “Mariano Cueva”. Para el año 2004 se crea una nueva reforma la cual incluía renovar la flota de buses con los cuales entrarían en circulación los nuevos buses Tipo, con lo cual cae la cantidad de buses en una flota inicial de 669 buses a 475, esto surgió con el fin de cuidar el medio ambiente y de evitar el mal uso de las unidades que se daban en ese entonces.



*Figura 2 Bus actual.*

Con todo esto en el año 2000, se crea en la ciudad de Cuenca, la “Cámara de Transporte de Cuenca” con el fin de fusionar las empresas en una sola para brindar un mejor servicio a la comunidad. Hasta el año 2007 se mantenía un cobro dentro de las unidades mediante un ayudante, esto para que en el año 2008 se implemente el sistema de cobros mediante tarjeta o una caja común dentro de las unidades. Con esto se pretendía que en años posteriores se pueda implementar únicamente el pago mediante tarjeta dentro de las unidades. (Bravo, 2016)

## 3.2 RED DE TRANSPORTE.

Para un correcto funcionamiento del sistema de transporte urbano dentro de la ciudad de Cuenca, se tiene como planteamiento líneas de buses que circulen dentro y fuera de la ciudad, contando con recorridos de entre 10 y 40 km los mismos que se detallan en la tabla 1.

*Tabla 1 Líneas de bus en la Ciudad de Cuenca (Municipio de Cuenca, 2015)*

Línea	Recorrido
2	Totoracocha-Eloy Alfaro
3	Bellavista-Kennedy
5	Totoracocha-Control Sur
6	Mayancela-9 de Octubre
7	Trigales-Mall del Río
8	Trigales-San Joaquín
10	Paluncay-La Florida
12	Minas-Quinta Chica IEES-Mall del Río
13	IEES-Mutualista Azuay II
14	El Valle-Feria Libre
15	Baguanchi-Feria Libre
16	Mutualista Azuay-Hospital del Río
17	Yanaturu-5 Esquinas
18	Zhucay- Universidad Politécnica Salesiana
19	Tenis Club-Visorey
20	Ricaurte-Mutualista Azuay II
22	Salesianos-Gapal
24	Miraflores-Gualalcay
25	Jaime Roldós-Santa María del Vergel
26	Checa-Mercado 27 de Febrero
27	Baños-Sinincay

---

28	Llacao-Feria Libre
29	Nulti-9 de Octubre
100	Ricaurte-Baños

---

### 3.3 VIBRACIONES.

Las vibraciones son cualquier movimiento de tipo oscilante que se da a un punto fijo en una partícula, dicho movimiento puede variar su regularidad, dirección, frecuencia y la intensidad de los mismos.

#### 3.3.1 TIPOS DE VIBRACIONES.

a) Vibración de cuerpo completo.

La misma que ocurre cuando la mayoría del cuerpo humano reposa sobre un plano vibrante, los mismos que son transmitidos en la gran mayoría mediante los pies o asientos. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , 2014), en el caso del estudio este tipo de vibración es con el que se trabaja debido a que los usuarios van de pie o sentados como indica la figura 3 que es por donde se va a transmitir la vibración procedente de las unidades.



*Figura 3 Vibración de cuerpo completo. (Desconocido, Vibracion de cuerpo completo )*

b) Vibraciones mano-brazo.

Las mismas que son transmitidas mediante las manos por la sujeción de herramientas que generan vibración. Siendo este el caso por el uso de percutores como se indica en la figura 4, como un ejemplo de aquello. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , 2014)



*Figura 4 Vibración mano brazo.*

La percepción es la manera en la que el ser humano interpreta las acciones que ocurren a su alrededor mediante sus sentidos. De igual forma, la manera en la que el cuerpo humano recibe la percepción de vibraciones depende de la frecuencia con la que esta se llegue a dar, pero no siempre todas las personas tienen el mismo sentido de percepción, esto dependerá de algunos factores que se detallan a continuación:

A) Posición.

Esto va a depender de como el ser humano se encuentre posicionado ante una vibración (sentado, parado, recostado, etc.) de esta manera los ejes por donde va a circular la vibración cambiarán. Al tener los 3 ejes coordinados en los que se puede dar una vibración, sean estos x, y, z. se plantea que el ser humano

siempre va a tener los ejes ubicados de manera en la que eje z define la dirección entre sus pies y cabeza, el eje y va definido por los costados del ser humano es decir costado derecho a costado izquierdo, y el eje x va definido por la espalda y pecho.

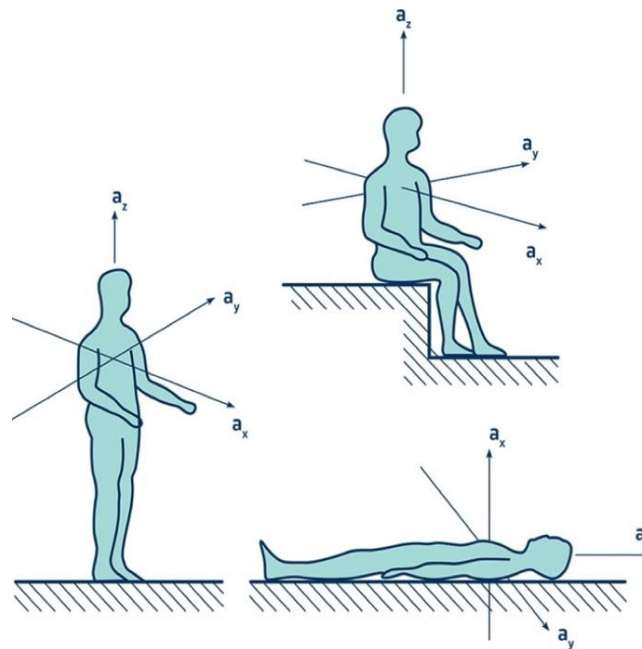


Figura 5 Posición de impacto. (KJAER)

B) Parámetros.

Este factor toma los valores a los que se da una vibración sean estos la frecuencia, la amplitud, la duración, etc. (KJAER)

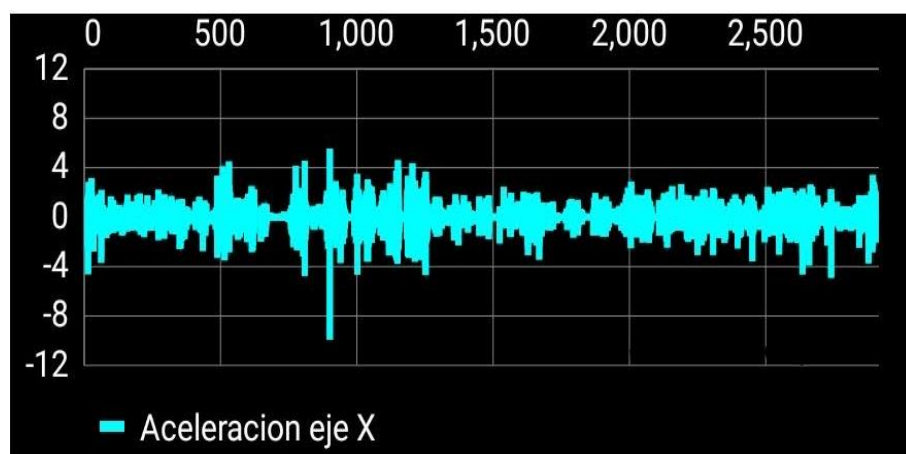


Figura 6 Parámetros

C) Tiempo a la que el cuerpo está expuesto.

De esta manera se refleja no al tiempo de la vibración sino al tiempo en la que el cuerpo se encuentra expuesto bajo la misma.

D) Parámetros del suelo.

Va a depender de como sea la composición del suelo que transmite la vibración en donde se encuentra el cuerpo humano. (Pérez, 2002)

### 3.3.2 EFECTOS EN EL SER HUMANO.

Al tener una exposición por cuerpo entero se puede llegar a tener efectos agudos tales como:

a) **Trastornos respiratorios.**

Se pueden producir debido a la influencia de las vibraciones sobre el pecho.

b) **Trastornos musculoesqueléticos.**

Las vibraciones pueden generar movimientos musculares involuntarios produciendo su activación.

c) **Trastornos del sistema nervioso.**

Pueden generar mareos.

d) **Otros.**

Debido a las vibraciones se dan cambios en las hormonas tal como la adrenocorticotropa (cortisol) y las catecolaminas.

En el caso de efectos a largo plazo se presentan:

e) **Sistema musculoesquelético.**



Debido a la exposición a vibraciones pueden generar que la curvatura de la columna varíe o producir cambios patológicos.

f) **Sistema nervioso.**

Se puede llegar a presentar cefaleas, irritabilidad, etc.

g) **Sistema coclear vestibular.**

Puede llegar a generar vértigo.

h) **Sistema circulatorio.**

Este es el caso que más efectos se pueden llegar a presentar teniendo en cuenta la hipertensión, hemorroides, varices, etc.

i) **Sistema digestivo.**

Puede llegar a generar gastritis, úlceras gástricas, apendicitis, etc.

j) **Sistema reproductivo.**

En mujeres embarazadas puede llegar a ocasionar abortos, y en varones se puede llegar a generar prostatitis. (Pérez, 2002)

### 3.4 **NORMATIVA NTE-ISO 2631-1.**

Según el INEN esta normativa hace referencia a la vibración mecánica y choque. La cual evalúa la exposición del ser humano a la vibración en todo el cuerpo, esta presenta métodos para cualificar la vibración en el ser humano tales como:

- a. La salud y el confort.
- b. La percepción de la vibración.
- c. Incidencia al mareo.

La perspectiva en cuanto al confort se trata, no establece valores límites de referencia, sino que hace énfasis a valores percibidos en estudios realizados en cuanto toma los valores que se ejemplifican en la tabla 2.

Tabla 2 Valores de percepción (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Intensidad (m/s <sup>2</sup> )	Sensación
Menor a 0,315	No molesto
0,315 a 0,63	Un poco molesto
0,5 a 1	Algo molesto
0,8 a 1,6	Molesto
1,25 a 2,5	Muy molesto
Mayor a 2	Extremadamente molesto

La misma normativa explica que a frecuencias de 0,1 a 0,5 Hz la sensación de mareo que puede llegar una persona desaparece tras largos periodos ya que el cuerpo llega a adaptarse. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Para poder aplicar estos valores se tienen valores de factor cresta en donde se conoce que los valores menores o iguales a 9 indican que el método es normalmente suficiente, además el factor cresta se considera como una relación entre el valor pico para el valor de la aceleración como se indica en la ecuación 1.

$$\text{Factor cresta} = \frac{\text{Valor pico de aceleración}}{\text{aceleración r. m. s}}$$

Para determinar el índice de confort se toma la ecuación 2.

$$a_v = k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2$$

En donde se tienen las aceleraciones r.m.s respectivamente de los ejes ortogonales x,y,z, además de esto se tiene como factores de  $k_x=1,4$ ;  $k_y=1,4$  y  $k_z=1$ .

### 3.5 APLICACIÓN LOW COST.

La Universidad Politécnica Salesiana en conjunto con sus estudiantes ha diseñado una aplicación Low Cost (bajo costo) con una interfaz como se indica en la figura 7, la cuál es una aplicación para teléfonos celulares con sistema operativo Android, la cual permite la recolección de datos tales como velocidad, ubicación, dirección y aceleraciones. Mediante la misma se permite realizar la toma de datos de vibraciones para al final llegar a una conclusión sobre si el viaje que se ha realizado llegó o no a ser confortable. (Barrera & Yunga, 2022)



Figura 7 Interfaz de la aplicación .

La app llega a tomar datos de aceleraciones procedentes de las vibraciones, las cuales en la mayoría del tiempo llegan a ser percibidas por el pasajero, además, gracias a los sensores con los que cuentan los dispositivos móviles se llega a realizar la toma de datos que son dados en los 3 ejes del plano (x, y, z) los mismos que son almacenados en manera instantánea creando una base de datos la cual toma valores de la ruta cada 1s, para así evitar pérdidas de datos ya que las pruebas se

dan en movimiento y estos pueden llegar a pasar en fracciones de tiempo muy cortas.

### 3.5.1 PREPARACIÓN PARA TOMA DE DATOS.

#### a) Selección de línea y preparación de equipo.

Para este punto se toma en cuenta el horario y la línea en la que se va a realizar la adquisición de datos, una vez teniendo en cuenta los horarios de recorrido se procede a embarcarse en la unidad desde la primera parada. Una vez en el bus, se procede a colocar el dispositivo en el asiento como se indica en la figura 8, esto con el fin de que el mismo en este caso llegue a ser como el cuerpo humano que va a recibir las vibraciones directamente de la unidad a su cuerpo.

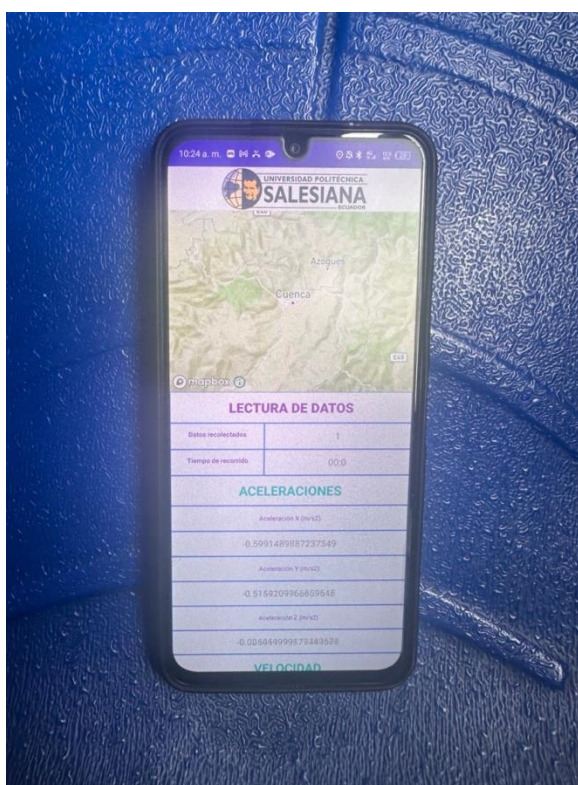


Figura 8 Colocación de dispositivo para toma de datos.

#### b) Comienzo de recorrido.

Una vez que el dispositivo se encuentre colocado y el bus comience su recorrido, se procede a dar inicio a la toma de datos en la app mediante el botón "COMENZAR

RECORRIDO”, lo cual procede a tomar los datos y almacenarlos para luego poder realizar el análisis.

c) Terminó de recorrido.

Cuando el recorrido del bus haya concluido, se procede a presionar el botón “TERMINAR RECORRIDO” para detener la toma de datos y que la base de datos sea creada.

## 3.6 ANÁLISIS DE FLUJO DE USUARIOS QUE UTILIZAN EL TRANSPORTE PÚBLICO.

### 3.6.1 FLUJO DE PERSONAS.

El Municipio de Cuenca clasifica a los usuarios dentro del transporte público de acuerdo al género, tal como se muestra en la tabla 3.

*Tabla 3 Demanda de usuarios.*

Género	Porcentaje %
Masculino	43
Femenino	57

El sistema de transporte de la ciudad de Cuenca presenta cambios luego de la implementación del sistema de tranvía, debido a que se realizaron modificaciones en rutas y muchos usuarios decidieron utilizar el transporte por tranvía y no por bus. (Municipio de Cuenca, 2015)

### 3.6.2 DEMANDA DEL SISTEMA.

Dada la demanda proveniente de los usuarios del sistema de transporte, se encuentran 5 líneas de bus urbano que presentan una demanda alta. Todo esto según el plan de movilidad de Cuenca presentado en el año 2015, teniendo en cuenta en la tabla 4 se muestra las líneas que mayor flujo de usuarios que ocuparon el transporte público a lo largo de todo el año 2013. (Municipio de Cuenca, 2015)

Tabla 4 Líneas con mayor demanda.

Línea	Ruta	Usuarios
7	Trigales – Mall del Río	6837545
13	IESS – Mutualista Azuay II	7479580
16	Hospital del Río – Mutualista Azuay	10374760
28	Feria Libre- Llacao	8477855
100	Baños – Ricaurte	7479580

### 3.7 RECORRIDO DE LÍNEAS.

#### a) Línea 7.

La línea 7 tiene como finalidad hacer el recorrido inicial desde “Los Trigales Altos” hasta llegar al “Mall del Río”, de igual manera en su camino de retorno. Esta línea consta con un total de 59 paradas las cuales son recorridas en 56 minutos aproximadamente, los mismos que se encuentran detallados en la figura 9.

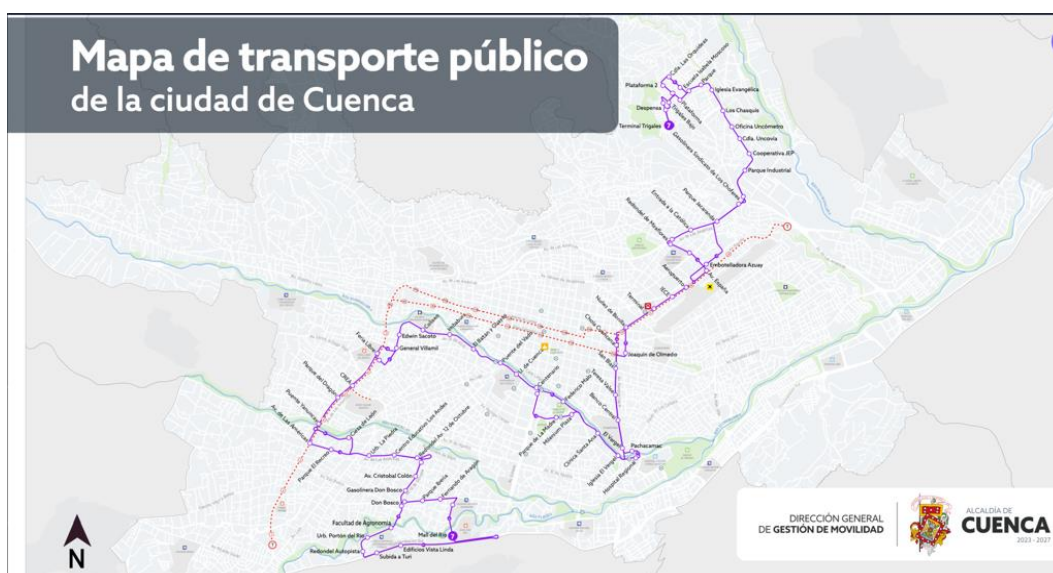


Figura 9 Recorrido línea 7 (Desconocido, Línea 7 Trigales Altos - Mall del Río)

**b) Línea 13.**

El recorrido que ofrece la línea 13 está delimitado en dos rutas, Hospital del IESS hasta la Mutualista Azuay II, y otra ruta que toma desde el Hospital del IESS hasta el Mall del Río, para este estudio se toma en cuenta la primera ruta, la cual posee un mayor número de ocupantes. En la figura 10 se puede observar que la línea consta con un total de 49 paradas las cuales son recorridas en un total de 44 minutos aproximadamente.



Figura 10 recorrido línea 13 (Desconocido, Línea 13 Hospital del IESS - Tejar)

**c) Línea 16.**

La línea 16 tiene como su recorrido la ruta Hospital del Río hasta la Mutualista Azuay, y de igual manera retorna hacia el Hospital del Río. En la Figura 11 se puede observar como la línea consta con un total de 59 paradas las cuales son recorridas en un espacio de 59 minutos aproximadamente.



Figura 11 Recorrido línea 16 (Desconocido, Línea 16 Racar - Hospital del Río.)

**d) Línea 28.**

La Línea 28 tiene la ruta que va desde la Estación de Transferencia Feria Libre hasta Llaoco, de la misma manera desde Llaoco hacia la estación. En la Figura 12 se observa que esta línea consta de 48 paradas las cuales las recorre en un tiempo estimado de 48 minutos.



Figura 12 recorrido línea 28 (Moovit, L28LL Feria Libre)



**e) Línea 100.**

Esta línea tiene establecida la ruta que sale desde Ricaurte hacia Baños, de igual manera retorna hacia Ricaurte. En la Figura 13 se puede observar que está línea consta con un total de 61 paradas las cuales recorre en un tiempo estimado de 56 minutos.

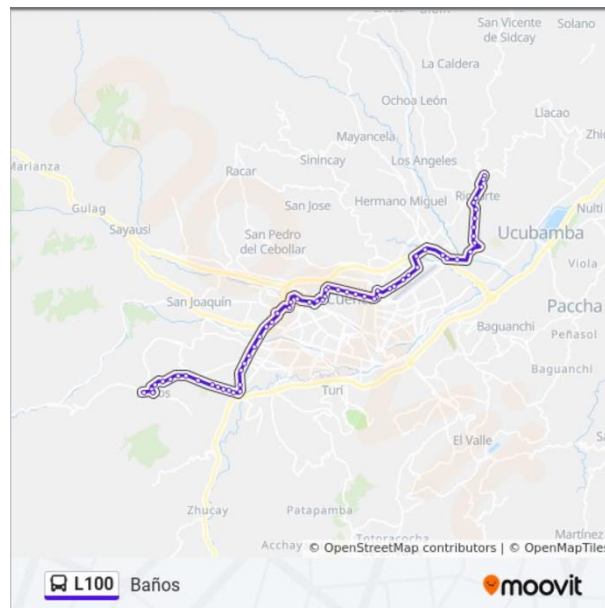


Figura 13 Recorrido línea 100 (Moovit, L100 Baños)

## 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

---

### 4.1. MATERIALES.

Los materiales que se van a tomar en cuenta en el desarrollo del proyecto se especifican a continuación:

a) **Celular con sistema operativo Android.**

Dispositivo móvil con sistema operativo Android el cual permite la instalación de la app para la toma de datos.

b) **Computadora.**

Almacenamiento de datos, así como el análisis de los mismos.

### 4.2. METODOLOGÍA.

Dada la naturaleza del estudio se plantea realizar una investigación cuantitativa, debido a que se necesita medir y analizar variables dentro de la investigación. En el caso de medición de vibraciones dentro del bus se plantea tomar en cuenta las variables de aceleración, velocidad, ubicación y tiempo. El tipo de investigación cuantitativa plantea el uso de la estadística para la recolección y el posterior análisis de los datos obtenidos. Para el proyecto se plantea el uso de regresiones, pruebas lógicas y demás con el fin de analizar el nivel de confort que llegan a percibir los pasajeros del bus.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para el análisis de los datos tomados se tiene en cuenta cada una de las líneas tanto en su recorrido de ida como el de retorno. Además, se toma en cuenta los índices de umbrales máximos como se indica en la tabla 5, en donde se tendrá en cuenta los valores con los cuales se determinará si el viaje es o no confortable.

Tabla 5 Índices de Umbral de Vibración.

Valor	Umbral	Color
< 0.315	Mínimo	Verde
0.315 – 0.8	Medio	Rosado
0.8 – 1.25	Regular	Amarillo
>1.25	Máximo	Rojo

Para la toma de datos se realizaron 3 tomas por cada ruta, es decir que por cada línea se tiene en cuenta un total de 6 viajes.

#### 5.1.1. LÍNEA 7. “MALL DEL RÍO–TRIGALES”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 14, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 14 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los

casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

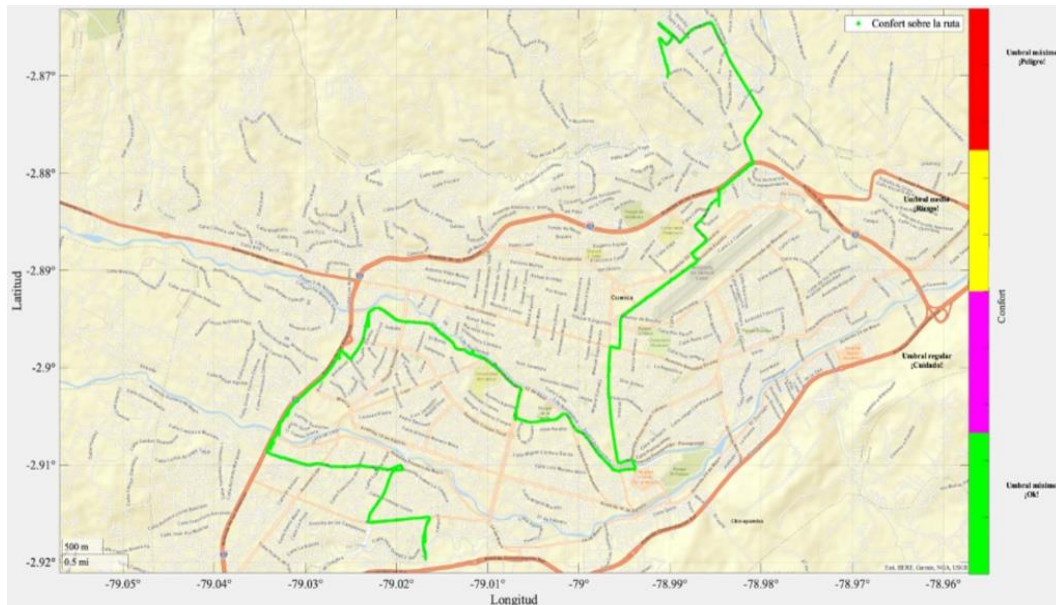


Figura 14 Recorrido línea 7 con ruta "Mall del Rio"- "Los Trigales"

Como se observa en la figura 14, existen varios puntos en donde el umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar se da en la "Av. 12 de abril" en el tramo comprendido entre la "Av. Loja" y "Av. Solano", ya que en este punto se puede evidenciar que los conductores manejan de manera rápida, además de esto con la presencia de la parada en la "Universidad de Cuenca" se generan frenados bruscos, añadiendo a esto también el tipo de vía que es de adoquín, la cual genera mayor vibración en la unidad.

En segundo lugar, está el tramo que se encuentra en la "Av. Solano", sector el Estadio, en donde existe una gran afluencia de vehículos, por ende, el conductor genera maniobras bruscas. Los conductores de las unidades en las 3 pruebas toman la vía de la derecha debido a una parada existente en el inicio de la "Av. Solano" ya que para tomar la calle "Florencia Astudillo" el conductor realiza maniobras inseguras para los ocupantes de la unidad y los demás vehículos que transitan por el lugar.

En tercer lugar, está el tramo que se encuentra en la “Av. 12 de abril” entre el redondel de “Todos Santos” hasta la iglesia de “El Vergel”, en donde no existe un mayor tráfico vehicular y el conductor avanza de manera acelerada tomando cambios de carril rápidos o frenadas bruscas.

Como último tramo se encuentra la zona de “Los Trigales”, en donde las condiciones de la vía no eran favorables ya que en el momento de la toma de datos se encontraban realizando obras de mantenimiento vial en la calle “San Silvestre” la misma que posee una pendiente pronunciada por lo que el conductor tenía que realizar cambios de marcha en el bus que se sentían fuertemente en el interior del mismo, además de esto las siguientes calles de la ruta son de adoquín y al final de la ruta llegan a ser incluso vías de lastre debido a las fallas geológicas que presenta el sector.

### 5.1.2. LÍNEA 7. “TRIGALES–MALL DEL RÍO”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 15, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 15 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a ciertos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

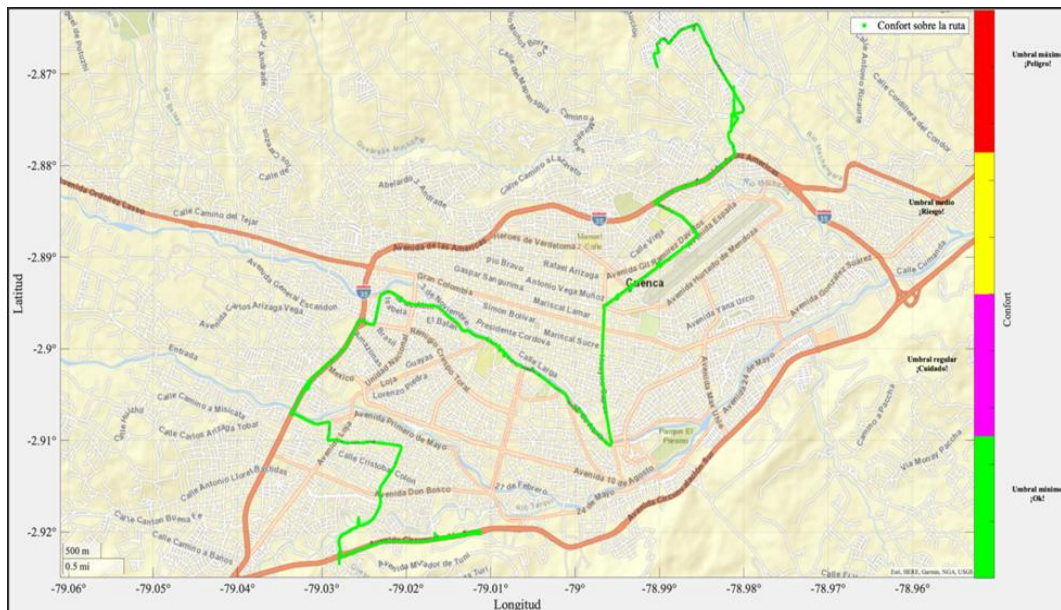


Figura 15 Recorrido línea 7 con ruta “Los Trigales”-“Mall del Rio”.

Como se observa en la figura 15, existen varios puntos en donde el umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar se da en la zona de “Los Trigales”, en la calle “San Silvestre”, la misma que por ser de adoquín y en mal estado el camino no genera un confort agradable dentro de las unidades, al tener en cuenta los 3 turnos se pudo evidenciar que en los 3 casos los conductores al ser una vía no tan transitada llegaban a velocidades más elevadas causando que cualesquier desperfecto en la vía pueda ser sentido por los usuarios del bus.

En segundo lugar, se encuentra el tramo de la “Av. Turuhuayco” esto debido a trabajos que se realizaban en la vía, además de la conducción brusca que se tenía por los conductores al momento de salir del redondel y llegar a la parada existente en la avenida.

En tercer lugar, está el tramo que se encuentra la “Av. 12 de abril” entre la “Av. Huayna Cápac” y la calle “Paucarbamba” en donde es conocido que la mayoría de conductores sean de bus o de vehículos particulares por lo general aceleran más sus vehículos y tienen una conducción mucho más peligrosa. Además de esto el estado de la vía genera que las unidades tengan mayor vibración dentro y el usuario pueda sentir dicha inconformidad al moverse por este sector.

En cuarto lugar, está el tramo de la “Av. 12 de Abril” de igual manera entre la “Av. Solano” y la “Av. Loja” sector de la “Universidad de Cuenca”, en donde existe mayor cantidad de tráfico generando en un primer punto conducciones más evasivas y bruscas, además, al ser una Avenida de adoquín se genera mayor vibración dentro de las unidades.

Como último tramo se encuentra la “Av. Isabel La Católica” entre la “Av. Loja” y la calle “Lope de Vega” en donde se toma en cuenta la conducción brusca por parte de los conductores al no ser una vía con altas demandas de tráfico y conduciendo a una mayor velocidad.

### 5.1.3. LÍNEA 13. “HOSPITAL DEL IESS– MUTUALISTA AZUAY II”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 16, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 16 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a varios factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

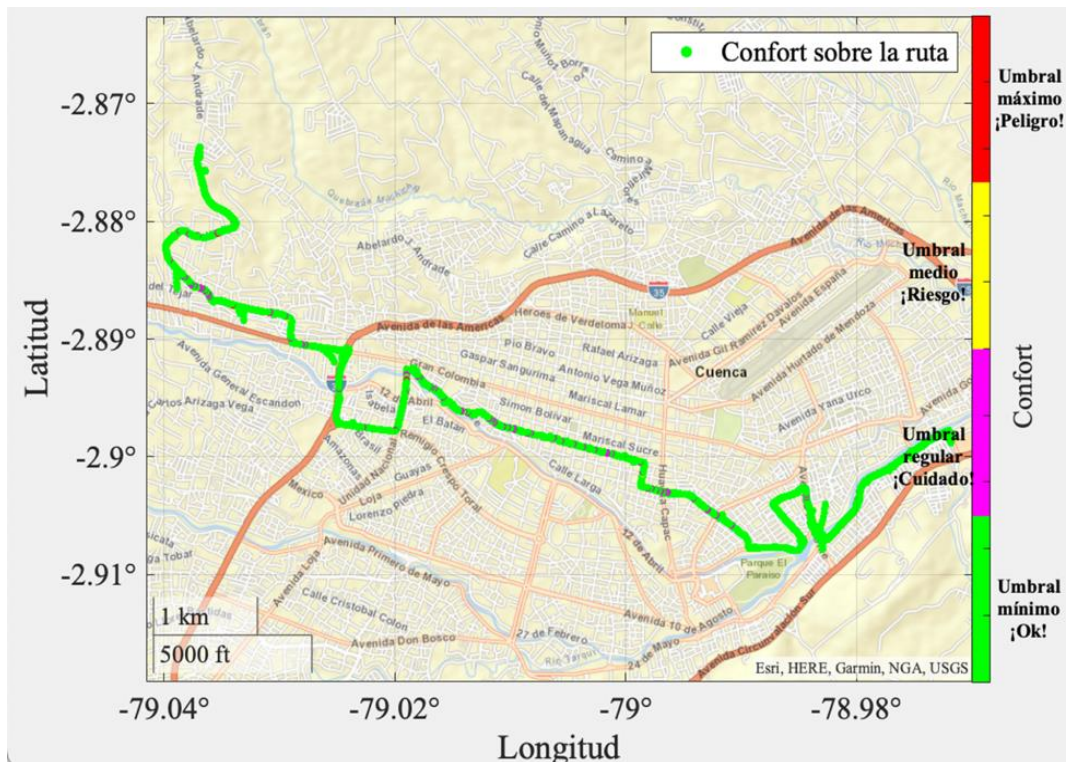


Figura 16 Recorrido línea 13 con ruta "Hospital del IESS"- "Mutualista Azuay II".

Al observar en la figura 16, existen varios puntos en donde el índice del umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes la ruta, en primer lugar, se da en la calle "Honorato Vásquez" entre la "Av. Huayna Cápac" y la calle "Manuel Vega", en este punto en particular se da por el cambio de calzada existente en el lugar, dado en si por la diferencia de altura entre la calzada de la "Av. Huayna Cápac" con respecto a la calle "Honorato Vásquez" y la misma que persigue debido al adoquín en mal estado que se encuentra en esta vía.

De la misma manera existe un segundo tramo en donde se da las condiciones indebidas de vibración la cual se presenta en la calle "Presidente Córdova" entre las calles "Juan Montalvo" y "Coronel Guillermo Talbot", esto debido a la que en el momento de la toma de datos se encontraba la vía de adoquín en mal estado y junto a esto la conducción rápida que se tiene por parte de los conductores de las unidades en este tramo.

Como último tramo se tiene el localizado en la "Av. de los Cerezos" entre la "Av. Del Tejar" y calle "Gladiolos", en dicho tramo se tiene la baja demanda de tráfico vehicular y de igual manera no existen mayor cantidad de usuarios haciendo uso de



las paradas por tal motivo los conductores elevan la velocidad de las unidades generando maniobras bruscas que fácilmente son percibidas por los usuarios en uso del bus. Además de esto se une el mal estado de la vía en el momento de la toma de datos.

#### 5.1.4. LÍNEA 13. “MUTUALISTA AZUAY II- HOSPITAL DEL IESS”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 17, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 17 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a diversos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

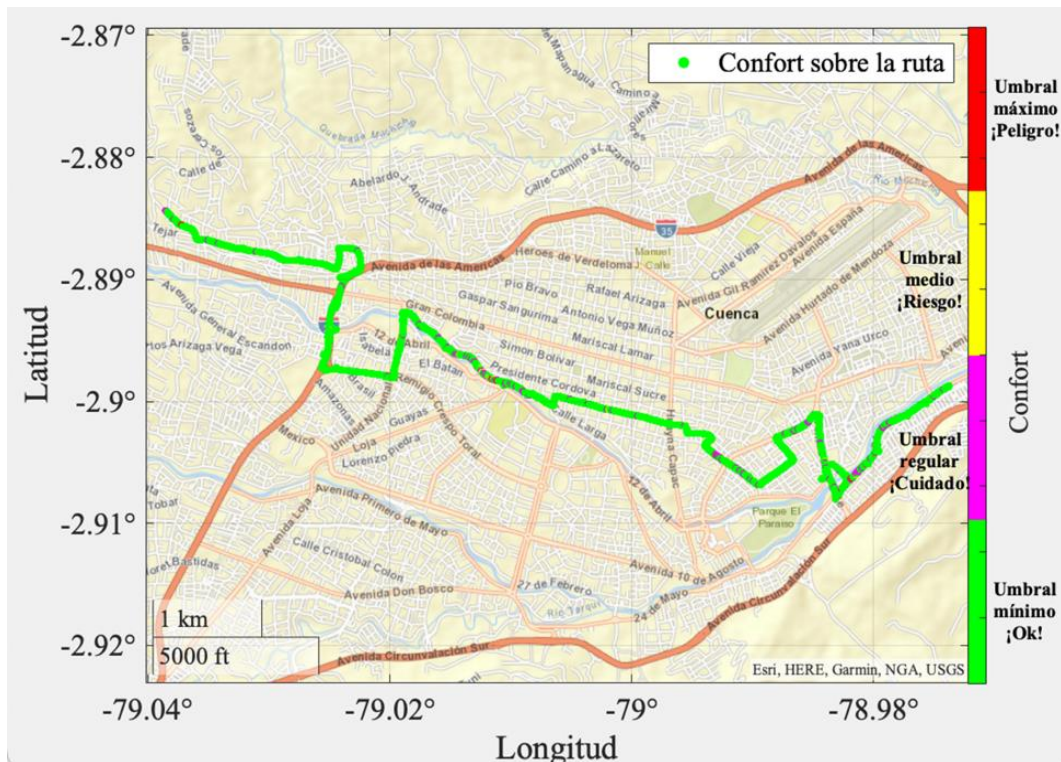


Figura 17 Recorrido línea 13 con ruta "Mutualista Azuay II"- "Hospital del IESS".

Como se observa en la figura 17, existen varios puntos en donde el umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la zona comprendida en la "Av. 3 de Noviembre" entre la calle "Presidente Córdova" y "Av. Loja" siendo de esta manera una vía en donde los vehículos conducen de manera rápida y la calzada no se encuentra en perfecto estado.

Como segundo tramo esta la continuación en la calle "Condamine" entre "Av. Loja" y calle "Tarqui" en donde en todos los turnos realizados se da la presencia de tráfico generando así que el conductor realice en este tramo específicamente maniobras bruscas a baja velocidad en donde se generan frenados exageradamente bruscos y aceleraciones de igual manera, esto con el afán de que los conductores de los buses intentan tomar la vía menos congestionada o la que mayor circulación tiene en el momento.

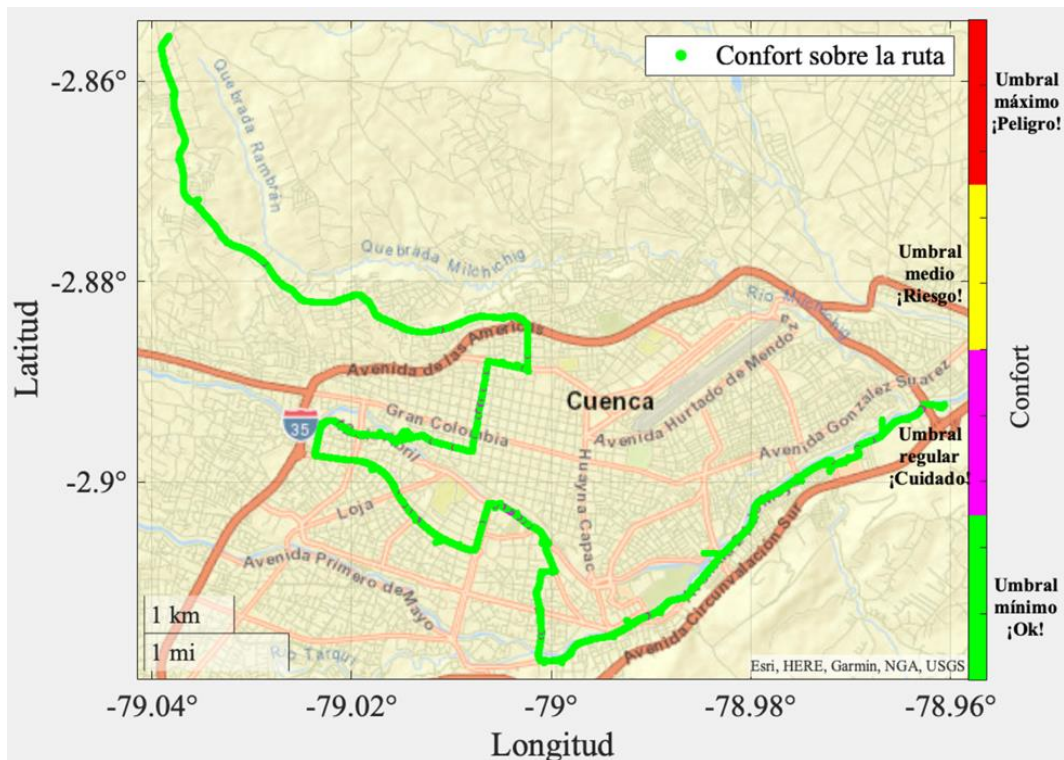
Otro de los tramos en donde se presenta menor confortabilidad es en la "Av. Viracochabamba" entre las calles "Cacique Chamba" y "Medardo A. Silva" en donde no existe mayor tráfico vehicular y se procede a tomar mayor velocidad teniendo

en cuenta que en el momento de la toma de datos se encontraban realizando trabajos en la vía.

Como último tramo se tiene en la “Av. 24 de Mayo” entre calle “La Paz” hasta la última parada en el Hospital del IEES. Esto debido a la gran cantidad de vehículos que se encuentran en esta zona y el chofer de las unidades intentan realizar maniobras bruscas para adelantar su paso, además de esto la gran cantidad de peatones que cruzan la avenida y en las 3 ocasiones los conductores de las unidades han tenido que realizar frenazos bruscos para evitar generar accidentes.

#### 5.1.5. LÍNEA 16. “HOSPITAL DEL RIO- MUTUALISTA AZUAY”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 18, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 18 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a ciertos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.



Como se observa en la figura 18, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la "Av. 12 de abril" en el tramo comprendido entre la calle "Florencia Astudillo" y "Av. Solano", en donde se presenta gran afluencia de vehículos y los conductores de las unidades realizan maniobras bruscas al tratar de adelantar e ingresar a su carril.

Como último punto conflictivo se tiene la calle "Tarqui" entre la calle "Mariscal Lamar" y "Av. Héroes de Verdeloma" en donde los conductores aceleran más las unidades y generan maniobras para adelantar a vehículos de manera brusca de igual manera al momento de frenar en las intersecciones esto debido a que se tiene un cambio en el desnivel de la calzada.

#### 5.1.6. LÍNEA 16. "MUTUALISTA AZUAY-HOSPITAL DEL RIO".

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 19, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice

mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 19 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a factores que pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

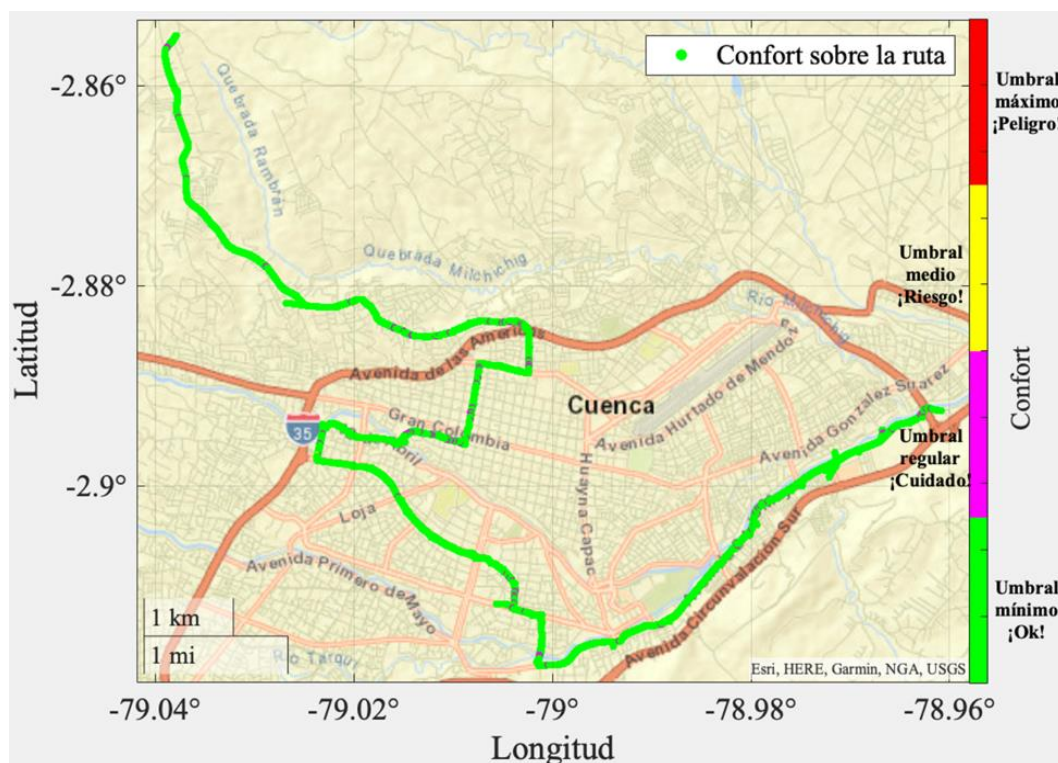


Figura 19 Recorrido línea 16 con ruta "Mutualista Azuay"- "Hospital del Río".

Como se observa en la figura 19, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la zona comprendida en la calle "Juan Montalvo" entre la "Av. Héroes de Verdeloma" y calle "Simón Bolívar", dando a entender que en este tramo la mayor parte de vibraciones se dan por el tipo de calzada presente en la vía la cual es de adoquín, mezclado con la velocidad un poco elevada a la que se conduce genera cierto incomodidad al pasajero dentro de las unidades.

Como segundo tramo, comprendido entre la calle “Juan Montalvo” y “Av. 3 de noviembre”, de igual manera se puede evidenciar el tipo de calzada y en estos tramos si se toma mayor en cuenta la conducción brusca de los conductores.

Como último tramo se tiene en la “Av. 24 de mayo” entre las calles “La Paz” y “Washington”. Esto debido a la gran cantidad de vehículos que se encuentran en esta zona y el chofer de las unidades intentan realizar maniobras bruscas para adelantar su paso, además de esto la gran cantidad de peatones que cruzan la avenida y en las 3 ocasiones los conductores de las unidades han tenido que realizar frenazos bruscos para evitar generar accidentes.

#### 5.1.7. LÍNEA 28. “FERIA LIBRE-LLACAO”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 20, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 20 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a ciertos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

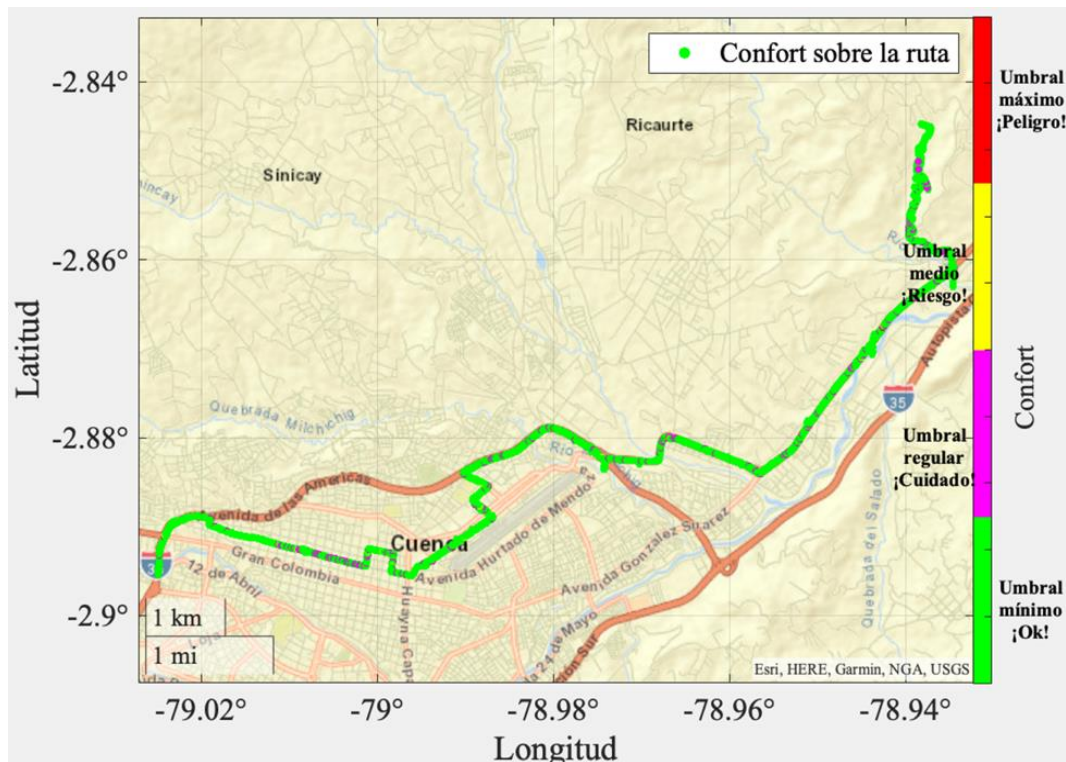


Figura 20 Recorrido línea 28 con ruta “Feria Libre”-“Llacao”.

Como se observa en la figura 20, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la calle “Gaspar Sangurima” entre las calles “Miguel Vélez” y “Hermano Miguel”. En este punto es donde se da la mayor zona de índice de umbral máximo de peligro por un constante tiempo y un prolongado espacio, detonando a que en este tramo existe la vía de adoquín que como en otros casos es el mayor causante de vibraciones excesivas dentro de la unidad, además de esto debido a que en esta zona existe un carril exclusivo para buses no existe una gran demanda de vehículos por lo tanto los conductores circulan a mayor velocidad, además de esto existen personas con vehículos particulares en el carril de bus la cual genera que el conductor genere maniobras de adelantamiento cruzando por los bordillos de separación lo cual genera aun mayor vibración e incomodidad en las unidades.

Como segunda zona se da en la calle “Tomás Ordoñez” entre las calles “Pio Bravo” y “Gaspar Sangurima”, en esta vía se encuentra una calzada de adoquín y con la mayor afluencia de vehículos en la zona los conductores proceden a generar maniobras bruscas con el fin de poder avanzar con su recorrido.

La siguiente zona se encuentra la “Panamericana Norte” sector “Fuerte Militar Abdón Calderón”, lugar en donde las condiciones de la vía en el momento de la toma eran deplorables se tiene vibraciones mayores que incluso se llegan a notar por el usuario.

Otra zona de mayor impacto es la “Panamericana Norte” entre el “Redondel de Muñecas de Piedra” y el “Ingreso a Llacao”, lugar en donde se puede tomar en cuenta la presencia de pocos vehículos los conductores llegan a conducir con mayor velocidad además de esto implica el pésimo estado de la vía al momento de la toma de datos, en donde inclusive en momentos se llega a tener grandes golpes en la unidad los cuales generan molestias notorias al momento en los pasajeros. Incluyendo de igual manera la existencia de un radar en la zona lo cual genera que el conductor baje la velocidad de la unidad de una manera grotesca.

Y como ultima zona se tiene la vía a Llacao en donde los conductores conducen a mayor velocidad, además de esto los pasajeros requieren las paradas de forma espontánea generando frenados bruscos en el tramo. Sumando a esto las condiciones de la vía son deplorables generando grandes movimientos en las unidades al momento de circular por la ruta.

#### 5.1.8. LÍNEA 28. “LLACAO-FERIA LIBRE”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 21, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 21 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a diversos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en



muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

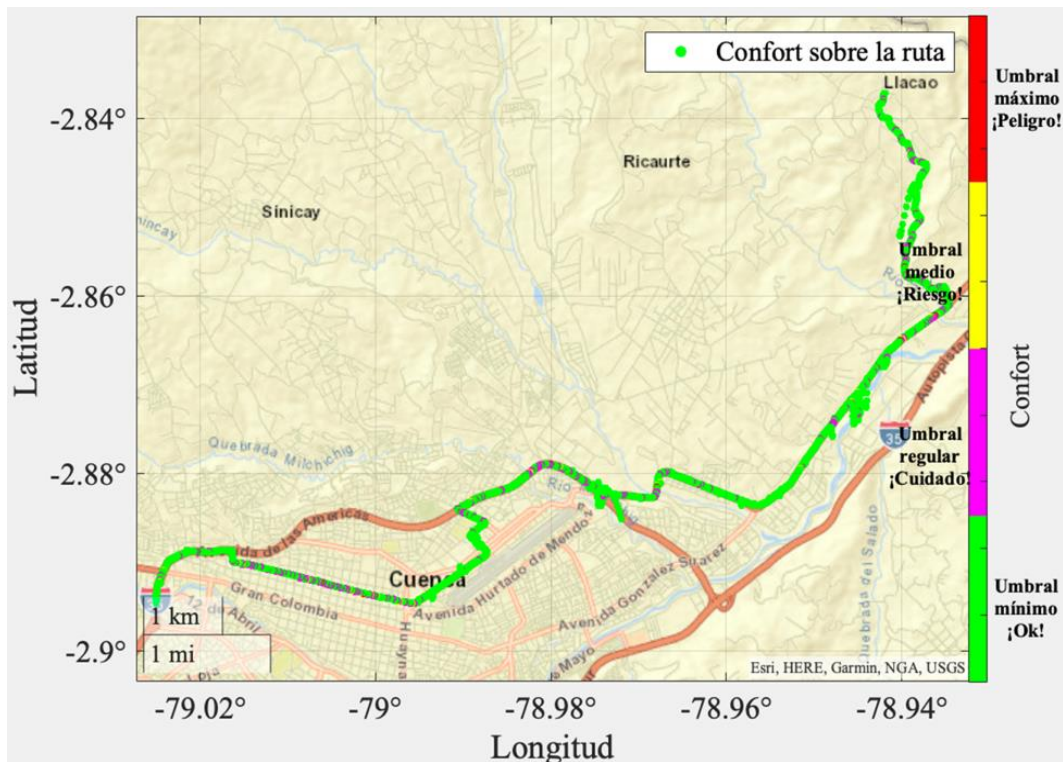


Figura 21 Recorrido línea 28 con ruta "Llaqueo"- "Feria Libre".

Como se observa en la figura 21, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la subida a Llaqueo la zona en donde las condiciones de la calzada son irregulares causando así movimientos bruscos.

En siguiente zona comprende la "Panamericana Norte" entre el "ingreso a Llaqueo" y el "Redondel de las Muñecas de Piedra", en donde al realizar las rutas se tiene en cuenta el estado pésimo de la calzada, sumando a ello la conducción a mayor velocidad por parte de los conductores dándose en ciertas zonas adelantos o frenados bruscos.

La siguiente zona en donde existen índices de umbrales excesivos se da en la "Panamericana Norte" sector "Fuerte Militar Abdón Calderón", zona en donde las condiciones de la vía son las causantes de los movimientos bruscos en la unidad.

Otro punto a tomar en cuenta es la “Av. de las Américas” en el Sector “Parque Industrial” hasta el “Redondel de Miraflores” en donde al momento de realizar la toma de datos se encontraban realizando trabajos de frezado en la calzada, además de esto los conductores rebasan a los vehículos sin tomar en cuenta las paradas que existen en la zona dando así frenados bruscos o cambios de carril de manera inmediata al solicitarse la parada de la unidad.

Como ultima zona se presenta la calle “Antonio Vega Muñoz” entre la “Av. Huayna Cápac” y la calle “Daniel Alvarado”, en este tramo de la ruta se tiene en consideración la calzada de adoquín, además de esto en esta vía se tiene el carril preferencial para los buses en donde los mismos circulan a una velocidad un tanto elevada y debido a la presencia vehículos privados que ocupan este carril, los conductores de las unidades realizan maniobras de adelantamiento subiéndose en los bordillos generando grandes movimientos en las unidades.

#### 5.1.9. LÍNEA 100. “BAÑOS-RICAURTE”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 22, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 22 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a factores que pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

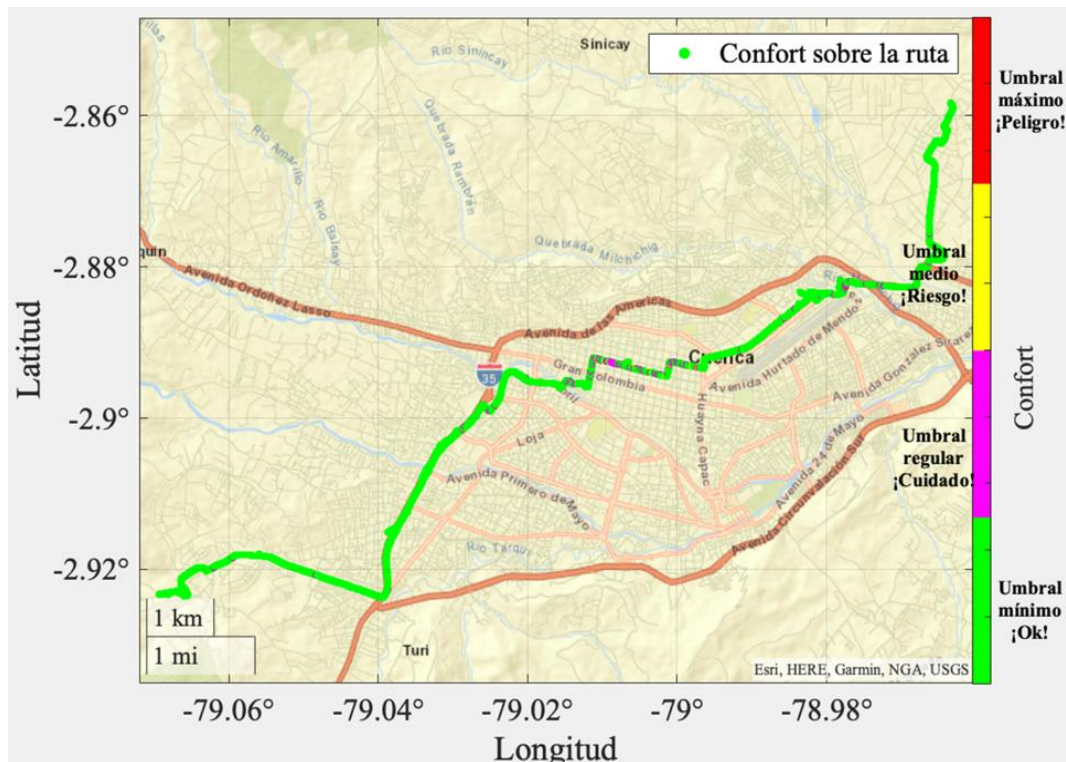


Figura 22 Recorrido línea 100 con ruta "Baños"-"Ricaurte".

Como se observa en la figura 22, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en la calle "Miguel Vélez" entre las calles "Baltazara de Calderón" y "Gaspar Sangurima", esto debido a las condiciones de la calzada la misma que es de adoquín y además de esto se tiene en cuenta la poca cultura de las personas en este tramo en general debido a que parquean sus vehículos en doble carril provocando que los conductores de los buses tenga que tomar maniobras evasivas en muchos casos subirse a las veredas para poder seguir con el camino.

Como segunda zona se tiene la calle "Gaspar Sangurima" entre las calles "Miguel Vélez" y "Hermano Miguel", lugar en donde existe un carril exclusivo para líneas de bus, la cual genera que los conductores puedan acelerar las unidades y debido al tipo de calzada se da movimientos dentro de las unidades, además de esto vehículos particulares circulan o se encuentran parqueados en el carril exclusivo del bus lo cual genera que los conductores tenga que cruzar el bordillo que divide los carriles provocando así malestar en los ocupantes de las unidades.

Como ultima zona se presenta en la calle “Pio Bravo” entre la calle “Hermano Miguel” y “Av. Huayna Cápac”, la misma en donde se puede evidenciar que los conductores elevan la velocidad de las unidades y en muchos de los casos se dan frenados muy bruscos en las intersecciones, a esto se suma la calzada irregular en la zona y los vehículos privados mal parqueados que en muchos de los casos llegan a generar que para las unidades sea imposible su paso.

#### 5.1.10. LÍNEA 100. “RICAURTE-BAÑOS”.

Al realizar la toma de datos y el respectivo análisis que se representa en la figura 23, se puede observar que la mayor parte de la ruta presenta un índice de umbral mínimo de vibración que pueden llegar a afectar al pasajero. Teniendo en cuenta esto, cada punto rojo en la gráfica representa la ubicación en donde existió un índice mayor a 1,25. De acuerdo a la figura 23 se puede notar que, alrededor de cada cuadra se presenta un índice de umbral máximo, esto debido a ciertos factores como pueden ser el cruce de vías en donde el conductor realiza frenados y maniobras de aceleración bruscas. También existen varios puntos rojos con una notable distancia entre cada uno de ellos lo que significa que en estos lugares se encuentran las diferentes paradas de las líneas. Debido a esto, se logró observar que en la mayoría de paradas se dan frenados bruscos ya que algunas personas en muchos de los casos llegan a realizar la solicitud de parada sin anticipación alguna. De igual forma sucede cuando en las calles los pasajeros desean abordar un bus y no solicitan la parada de manera anticipada provocando un frenado inesperado de la unidad.

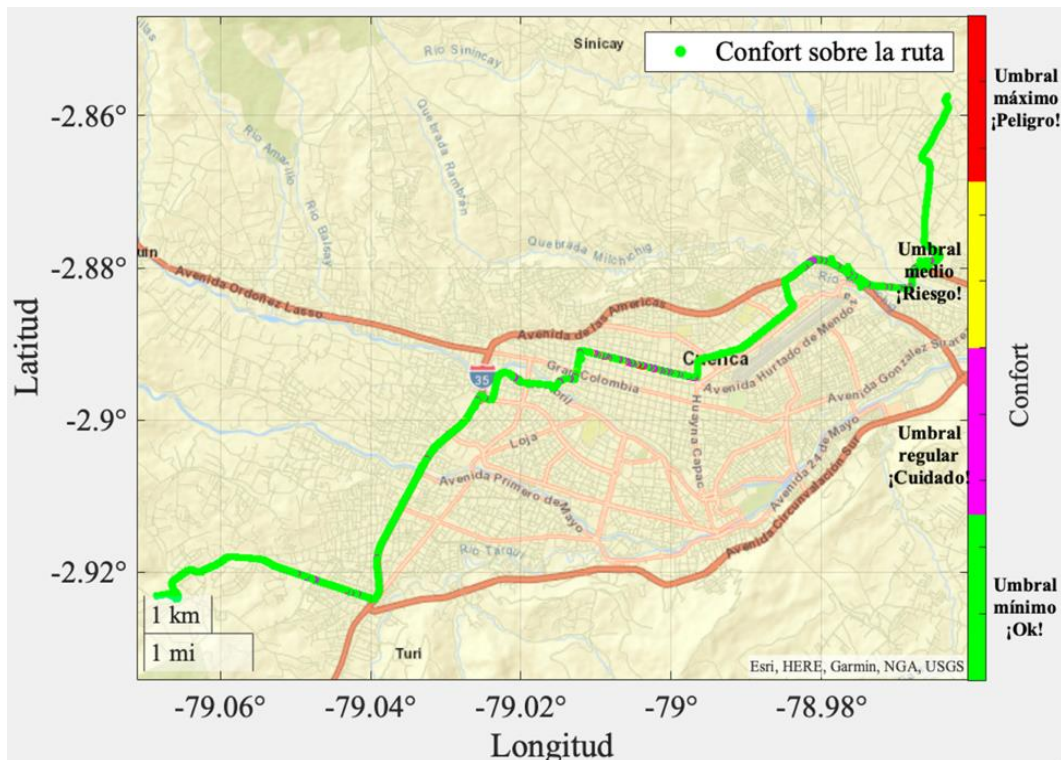


Figura 23 Recorrido línea 100 con ruta "Ricaurte"- "Baños".

Como se observa en la figura 23, existen varios puntos en donde el índice de umbral máximo se ve reflejado en ciertas partes de la ruta, en primer lugar, se da en "Av. de las Américas" entre "La Panamericana Norte" y "Nuevo Intercambiador Sindicato de Choferes", lugar en donde al momento de la toma de datos se encontraba en mantenimiento y la calzada se encontraba frezada ocasionando en si fuertes vibraciones en la unidad que fácilmente son percibidas por el pasajero.

Como siguiente zona se tiene la calle "Antonio Vega Muñoz" entre la "Av. Huayna Cápac" y la calle "Miguel Heredia", sitios en donde se evidenciar varios aspectos importantes el primero de ellos se da al momento de la toma de datos en desde la "Av. Huayna Cápac" hasta calle "Hermano Miguel" existen personas realizando ventas en las veredas lo cual ocasionan que los peatones en varios casos salgan y caminen por el carril excesivo del bus, esto dando como resultado que los conductores conduzcan de una manera más calmada pero de igual manera se dan frenadas bruscas producto de dicha problemática, en el resto de la ruta existe un malestar debido a que vehículos particulares utilizan esta vía y los conductores de los buses a manera de reclamo echan sus unidades sobre el resto de vehículos generando así movimientos bruscos en las unidades, además de esto también en la

misma vía al ser cercana al “Mercado 9 de Octubre” existe la alta demanda de taxis tomando o dejando pasajeros lo que produce que en momentos determinados los mismos se detienen en el carril sin previo aviso y los conductores de los buses frenan de manera intempestiva para evitar accidentes. Sumando a todo esto se da también el tipo de calzada que se tiene en el lugar la cual es de adoquín. Además de esto el cambio de carril que se llega a dar en varios puntos, los mismos que son realizados cruzando sobre los bordillos separadores de carril.

## 5.2. VALORES MÁXIMOS Y MEDIOS.

Cada una de estas líneas presenta valores máximos del índice de umbral de vibraciones y también se presenta la media de cada una de las líneas teniendo en cuenta los siguientes valores en la tabla 6.

*Tabla 6 Valores presentes durante la toma de datos.*

Línea	Valor Máximo	Media
7	2,43	1,28
13	2,26	1,27
16	1,81	0,92
28	2,48	1,22
100	2,67	0,9

## 6. CONCLUSIONES

En el presente proyecto de titulación se puede concluir que la ruta con mejor nivel de confort durante su recorrido es la Línea 16 que conforma la ruta Hospital del Río-Mutualista Azuay, ya que se puede evidenciar únicamente dos zonas conflictivas en el todo el recorrido. Siendo la primera en la “Av. Solado” entre la “Av. 12 de Abril” y la calle “Florencia Astudillo” y el segundo en la calle “Tarqui” entre la calle “Mariscal Lamar” y la “Av. Héroes de Verdeloma”.

De igual manera, se concluye que las rutas con bajo nivel de confort se dan en las líneas 7 y 28. La línea 7 que conforma el recorrido “Los Trigales-Mall del Río” la misma que cuenta con 5 zonas conflictivas en todo su recorrido, siendo la primera en la calle “San Silvestre”, la segunda zona se da en la “Av. Turuhuayco”, la tercera se da en la “Av. 12 de Abril” entre la “Av. Huayna Cápac” y la calle “Paucarbamba”, la cuarta zona se da en la “Av. 12 de abril” entre la “Av. Solano” y “Av. Loja” y por último se encuentra la zona comprendida en la “Av. Isabel La Católica” entre la “Av. Loja” y la calle “Lope de Vega”. Y se tiene también la línea 28 con recorrido “Llacao-Feria Libre” que cuenta de igual manera con 5 zonas conflictivas siendo la primera la subida a “Llacao”, la segunda zona la “Panamericana Norte” entre la entrada a Llacao y el redondel de las “Muñecas de Piedra”, la tercera zona se da en la “Panamericana Norte” sector “Fuerte Militar Abdón Calderón”, la cuarta zona se da en la “Av. de las Américas” en el sector Parque Industrial hasta el redondel de Miraflores y como último punto se da en la calle “Antonio Vega Muñoz” entre la “Av. Huayna Cápac” y la calle “Daniel Alvarado”.

Por otro lado, se tienen algunos factores que inciden en el nivel de confort, el primer factor se da al instante de la toma de los datos, en donde se encontraban realizando trabajos en las vías (fresado, bacheos, etc.) Otro factor es el tipo de calzada presente en la vía (adoquín) lo que provoca una mayor vibración en las unidades. De igual manera otro factor es cuando los usuarios solicitan la parada del bus sin previa anticipación lo que provoca que el conductor frene bruscamente. Como último

factor se tiene que los conductores manejan de manera rápida y brusca en la mayoría de las unidades provocando un bajo nivel de confort.

Tras el análisis realizado se puede decir que la ruta en donde se dio un mayor índice de umbral máximo de peligro fue en la línea 100 registrando un máximo índice de 2,67, mientras que la ruta con un menor índice fue la línea 16. Además de esto se tiene que la media con menor índice se da en la línea 100 con un índice de 0,9 y la media más alta se da en la línea 7.

Como conclusión final se tiene que el servicio de transporte urbano en las 5 líneas estudiadas tiene un nivel de confort bajo en los usuarios debido a los factores mencionados anteriormente.



## REFERENCIAS

---

- Arguello, S., Palahuachi, J. P., & Uvidia, R. (2020). *Historia y evolución de la gestión del transporte público urbano en la provincia de Chimborazo*. Riobamba: La Caracola Editores.
- Bravo, R. F. (2016). Obtención de ciclos de conducción para la flota de buses urbanos del cantón Cuenca. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6145/1/12407.pdf>
- Desconocido. (s.f.). Bus popular de la empresa Tomebamba. *La Cuenca de Antaño*. Cuenca.
- Desconocido. (s.f.). Vibración de cuerpo completo . *Evaluación de Riesgos Laborales por exposición a vibraciones mecánicas*. ANTEA S.A., España.
- Desconocido. (s.f.). Vibración mano brazo. *Evaluación de Riesgos Laborales por exposición a vibraciones mecánicas*. ANTEA S.A., España.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo . (2014). *Aspectos ergonómicos de las vibraciones*. Madrid.
- BRÜEL, & KJAER. (s.f.). *BRÜEL & KJAER an HBK Company*. Obtenido de <https://www.bksv.com/es/knowledge/blog/vibration/human-frequency-vibration>
- KJAER, B. &. (s.f.). Amplitud Frecuencia. *Guía completa para la medición de vibraciones*. Dinamarca.
- Pérez, M. A. (2002). Comprobación de curvas de aceptabilidad por vibraciones según norma ISO 2631:2-1989 en oficinas adyacentes a salas de máquinas de edificio Millenium y edificio Bosque Norte. (U. A. CHILE, Recopilador) Valdivia, Chile.
- Guillen, J. F. (2016). Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Magister en Tránsito, Transporte y Seguridad Vial. *Modelo de caracterización de la movilidad vehicular en el centro histórico de Cuenca*. (U. d. Azuay, Recopilador) Cuenca, Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). Norma Técnica Ecuatoriana. *Vibración mecánica y choque. Evaluación de la exposición de los seres humanos a la*

- vibración en todo el cuerpo. Parte 1. Requisitos generales. ISO 2631-1:1997, IDT.*  
Quito, Ecuador.
- Barrera, J., & Yunga, W. (2022). ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONFORT PROVOCADO POR VIBRACIONES PARA EL RECORRIDO DE LAS LÍNEAS DE BUSES CON MAYOR AFLUENCIA DE PASAJEROS DE LA CIUDAD DE CUENCA MEDIANTE UNA APP LOW COST. (U. P. Salesiana, Recopilador) Cuenca, Ecuador.
- Municipio de Cuenca. (2015). Plan de Movilidad y Espacios Públicos. Cuenca, Ecuador .
- Desconocido. (s.f.). Línea 13 Hospital del IESS - Tejar. *Mapa de transporte público de la ciudad de Cuenca*. Dirección general de gestión de movilidad, Cuenca.
- Desconocido. (s.f.). Línea 7 Trigales Altos - Mall del Río. *Mapa de transporte público de la ciudad de Cuenca*. Dirección general de gestión de movilidad., Cuenca.
- Desconocido. (s.f.). Línea 16 Racar - Hospital del Río. *Mapa de transporte público de la ciudad de Cuenca*. Dirección general de gestión de movilidad., Cuenca.
- Moovit. (s.f.). L28LL Feria Libre. *Horario y mapa de la línea L28LL de autobús*. Moovit, Cuenca.
- Moovit. (s.f.). L100 Baños. *Horario y mapa de la línea L100 de autobús*. Moovit, Cuenca.
- Novillo, G. P. (2021). *Análisis de confort de un tranvía usando la norma UNE EN 12299:2010 y el Método de Sperling (WZ)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Llacuma, J., & Aguilar, G. (2019). Evaluación de la calidad del servicio de transporte urbano en bus de la ciudad de Ambato. *Visionario Digital*, 3(2), 26-46.
- Zamora, J., Tercero, M., & Zuniga, M. (s.f.). *Análisis de la calidad del servicio de transporte público*. Managua: UNAN.
- Llacuma, J. L. (2017). *Estudio tarifado del transporte urbano en buses de la ciudad de Riobamba según el nivel de servicio que prestran las operadoras a los usuarios*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Baculima, M., & Morales, A. (2016). CALCULO DE LA TARIFA OPTIMA PARA LOS BUSES DE SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE CUENCA PARA EL AÑO 2015. (U. d. Cuenca, Recopilador) Cuenca, Ecuador.
- Oyón, J. L. (1999). *Transporte público y estructura urbana. (De mediados s. XIX a mediados s. XX): Gran Bretaña, España, Francia y Países germánicos*. Desconocido.