



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**LA SERVICIABILIDAD EN LAS VÍAS RURALES DEL CANTÓN CUENCA
MEDIANTE DOS ALTERNATIVAS DE MEDICIÓN**

Trabajo de Titulación para optar al título de

Ingeniero Civil

Autor:

Quizhpi Guaman Juan Pablo

Tutor:

Mgs. Saldaña Garcia Carlos Sebastián

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Juan Pablo Quizhpi Guamán, con cédula de ciudadanía 0302612098, autor del trabajo de investigación titulado: “**LA SERVICIABILIDAD EN LAS VÍAS RURALES DEL CANTÓN CUENCA MEDIANTE DOS ALTERNATIVAS DE MEDICIÓN**”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 17 de abril de 2024.



Juan Pablo Quizhpi Guamán
C.I. 0302612098

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Msc. Carlos Sebastián Saldaña García** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **La Serviciabilidad en las vías rurales del cantón Cuenca mediante dos alternativas de medición**, bajo la autoría de **Juan Pablo Quizhpi Guaman**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, al 17 de abril de 2024.



Msc. Carlos Sebastián Saldaña García

C.I: 030 1496534

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **La Serviciabilidad en las vías rurales del cantón Cuenca mediante dos alternativas de medición**, presentado por **Juan Pablo Quizhpi Guaman**, con cédula de identidad número **0302612098**, bajo la tutoría de **Mg. Carlos Sebastián Saldaña García**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 17 de abril de 2024.

Mgs. Jorge Eugenio Nuñez Vívar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. Hernan Vladimir Pazmiño Chiliza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Mgs. Angel Edmundo Paredes Garcia
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.11
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Quizhpi Guaman Juan Pablo** con CC: **0302612098**, estudiante de la carrera de **Ingeniería Civil, Vigente**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**LA SERVICIABILIDAD EN LAS VÍAS RURALES DEL CANTÓN CUENCA MEDIANTE DOS ALTERNATIVAS DE MEDICIÓN**", que corresponde al dominio **Desarrollo territorial – Productivo y Hábitat Sustentable para mejorar la calidad de vida**, y alineado a la línea de investigación **Ingeniería, Construcción, Industria y Producción**, cumple con el **3%** de acuerdo con el reporte del sistema Anti - plagio **Turnitin**, porcentaje aceptado de acuerdo con la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 5 de febrero del 2024.

Msc. Carlos Sebastián Saldaña García
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Todo este esfuerzo lo dedico a Dios por bendecirme y guiarme a cumplir cada meta propuesta, a mis padres Pablo Quizhpi y Acencia Guamán quienes a pesar de la distancia nunca me dejaron solo, siempre guiándome con sus sabios consejos a ser un buen hombre, a mis hermanos Sebastián y Agustín por su apoyo y respeto a mis metas quienes de alguna manera me guiaron a enfrentar la vida, de la misma manera dedico este trabajo a mis cuñadas Erika Tenezaca y Angelica Cazho y mi sobrino Franck Quizhpi, y a toda mi familia, amigos y colegas quienes han logrado que esta ilusión se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento al ingeniero y tutor Ing. Carlos Sebastián Saldaña, por su compromiso inquebrantable al compartir sus conocimientos dentro de las aulas, y su invaluable apoyo han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal. También agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por su excelencia académica, la investigación y la promoción de valores éticos, finalmente agradezco a la ciudad de Riobamba que ha sido mi hogar durante estos años de estudio, y testigo de mis logros y desafíos.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1.	Antecedentes.....	17
1.2.	Planteamientos del problema.....	18
1.3.	Justificación.....	18
1.4.	Objetivos.....	19
1.4.1.	Objetivo General.....	19
1.4.2.	Objetivo Específicos.....	19
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1	Estado de Arte.....	19
2.2	Marco conceptual.....	20
2.2.1	Serviciabilidad de Pavimentos.....	20

2.2.2	Evaluación Funcional de Pavimentos	20
2.2.3	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).....	21
2.2.4	Índice de Regularidad Internacional (IRI)	22
2.2.4.1	Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)...	23
2.2.5	Correlación del IRI con PSI	24
2.2.6	Modelo Servqual	24
2.2.7	Coefficiente Alpha de Cronbach	25
2.2.8	Correlación de Pearson (la Serviciabilidad entre el método PSI y el Modelo Servqual).....	26
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	27
3.1	Tipo de la Investigación	27
3.2	Diseño de la investigación	28
3.3	Técnicas para la recolección de datos.....	29
3.4	Población de estudio y tamaño de la muestra	29
3.4.1	Muestreo para las aplicaciones de Estudio.....	29
3.4.2	Muestreo para las aplicaciones del modelo Servqual	30
3.5	Hipótesis	30
3.6	Métodos de análisis y procesamiento de datos	31
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1	Resultados	32

4.2	Discusión.....	42
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1	Conclusiones.....	43
5.2	Recomendaciones	44
6.	BIBLIOGRAFÍA	45
7.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de Índice de Serviciabilidad.....	21
Tabla 2 Clasificación de los niveles de Fiabilidad según el alfa de Cronbach.....	25
Tabla 3 Vías de segundo orden del Cantón Cuenca.....	29
Tabla 4 Numero de encuesta por Parroquia.....	30
Tabla 5 Cuadro de resumen de resultados de IRI, PSI y el estado de cada vía.....	35
Tabla 6 Correlación de Pearson entre el método PSI y el modelo Servqual.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Resumen de fallas en pavimentos flexibles.....	20
Figura 2 Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías.....	22
Figura 3 Esquema del Rugosímetro Merlín.....	23
Figura 4 Evaluación y Valoración del IRI, según tipo de vía.....	24
Figura 5 Diagrama del Proceso Metodológico.....	28
Figura 6 Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones, tramo vial Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad.....	32
Figura 7 Histograma de frecuencias eliminado el 5% de los datos a cada extremo.....	33
Figura 8 Valores del IRI parcial en relación con el IRI promedio de las vías de estudio.	34
Figura 9 Valores del PSI parciales en relación con el PSI promedio de las vías de estudio.	34
Figura 10 Resultados de la dimensión Fiabilidad, de cada vía.....	35
Figura 11 Resultados de la dimensión Sensibilidad, de cada vía.....	36
Figura 12 Resultados de la dimensión Seguridad, de cada vía.....	37
Figura 13 Resultados de la dimensión Empatía., de cada vía.....	38
Figura 14 Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Fiabilidad (ecuación de la curva).....	40

Figura 15 Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Sensibilidad (ecuación de la curva)	40
--	----

Figura 16 Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Seguridad (ecuación de la curva)	41
---	----

Figura 17 Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Empatía (ecuación de la curva)	42
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Evidencia del Ensayo con el Rugosímetro Merlín, de las vías de estudio en ambos sentidos.....	48
Anexo 2 Población futura de las parroquias involucradas en Estudio.....	49
Anexo 3 Hoja de campo para el ensayo de Merlín de la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad.....	50
Anexo 4 Cálculo del IRI, PSI, y valoración del PSI de la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad.	51
Anexo 5 Cálculo del IRI, PSI, y valoración del PSI de la vía Panamericana Antigua – Llacao.....	52
Anexo 6 Cálculo del IRI, PSI y valoración del PSI de la vía Panamericana (Redondel) - Paccha	52
Anexo 7 Cálculo del IRI, PSI y valoración del PSI de la vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel.....	53
Anexo 8 Formato de la encuesta, para aplicar el Modelo Servqual.....	54
Anexo 9 Evidencias Fotográficas de la aplicación de la Encuesta a los usuarios.	55
Anexo 10 Resultados del Modelo Servqual.....	57

RESUMEN

Actualmente, para establecer un mantenimiento de la vía las entidades encargadas de esta se basan en indicadores técnicos ya establecidos, que miden la calidad de servicio y confort que perciben los usuarios sin considerar la opinión de los usuarios. Es por ello, que la presente investigación se centra en la determinación de la Serviciabilidad de las 4 vías de segundo orden del Cantón Cuenca, en base a dos enfoques. El primer enfoque permite determinar el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) con el uso del rugosímetro Merlín, el mismo que al ser un equipo de fácil manejo y económico posee un método de análisis simple con resultados confiables que permite analizar el estado de la capa de rodadura del pavimento, y en base al IRI calculado se pudo determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), gracias a la ecuación establecida por Al-Omar y M.I Darte. El segundo enfoque se centra en la aplicación del Modelo Servqual donde implica la participación de los usuarios mediante una encuesta nos indican como perciben el servicio de este recurso, que es medido mediante 4 dimensiones como es la fiabilidad, sensibilidad, seguridad y empatía.

Una vez determinado la Serviciabilidad por el Método PSI y el Modelo Servqual, se desarrolló una relación mediante el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables dando un valor de 0.988, lo que nos indica que existe una relación positiva fuerte entre las variables, el mismo que nos permite determinar ecuaciones de predicción que puedan ser aplicadas en el estudio de las vías de segundo orden, por parte de las entidades encargadas de una manera ágil y económica.

Palabras Claves: Serviciabilidad, IRI, Método PSI, Modelo Servqual, Coeficiente de Pearson.

Abstract

Currently, to establish road maintenance, the entities responsible for it rely on established technical indicators that measure the quality of service and comfort perceived by users without considering user opinion. Therefore, this research focuses on determining the Serviceability of the 4 second-order roads in the Cuenca Canton, based on two approaches. The first approach allows determining the calculation of the International Roughness Index (IRI) using the IRI profilometer, which, being an easy-to-use and cost-effective equipment, has a simple analysis method with reliable results that allows analyzing the condition of the pavement surface layer, based on the calculated IRI, the Present Serviceability Index (PSI) was determined, thanks to the equation established by Al-Omar and M.I. Darte. The second approach focuses on the application of the Servqual Model, involving user participation through a survey indicating how they perceive the service of this resource, which is measured through 4 dimensions: reliability, responsiveness, assurance and empathy. Once the Serviceability was determined by the PSI Method and the Servqual Model, a relationship was developed using the Pearson correlation coefficient between these two variables, yielding a value of 0.988, indicating a strong positive relationship between the variables. This allows us to determine prediction equations that can be applied in the study of second-order roads by the entities responsible in an agile and cost-effective manner.

Keywords: Serviceability, IRI, PSI Method, Servqual Model, Pearson Coefficient.



Firmado electrónicamente por:
JENIFFER VANESSA
PALACIOS MORENO

Reviewed by:

Magister Vanessa Palacios.

ENGLISH PROFESSOR

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Cuenca es un cantón de la provincia del Azuay, con una superficie de 3665,32 Km², que representa aproximadamente el 44% de la superficie de la provincia, se ubica en la región centro de la República del Ecuador, presenta paisajes de alta montaña como el páramo y de fondo valle, está a una altitud aproximada de 2500 msnm, pertenece a la zona 6 conjuntamente con las provincias del Cañar y Morona Santiago, y Limita al Norte con la provincia del Cañar, al Este con los cantones Sigsig, Paute y Gualaceo, al Sur con los cantones Girón, Santa Isabel y San Fernando de la misma provincia, y al Oeste con la provincia del Guayas (GAD Cuenca, 2021).

Las vías de segundo orden nos permiten llegar a las más alejadas zonas del país, jugando un papel importante en la rehabilitación social y económica al ser de uso público, nos permite conectar los distintos centros poblados o de actividad económica, facilitando el tráfico de una zona rural o urbana para conducir a las vías primarias, las vías secundarias del Cantón Cuenca están a cargo de Gobierno provincial del Azuay (Flores, 2016).

Las vías no cumplen con la vida útil para la que fue diseñada y construida al existir diferentes factores que producen fallas en el pavimento. Por lo que es fundamental realizar un monitoreo de las condiciones reales de las vías para obtener una base de datos confiable del estado de la red vial. De este modo realizar un análisis y establecer operaciones adecuadas de mantenimiento y gestión de la infraestructura añadiendo una asignación uniforme de los recursos (Chávez & Peñarreta, 2019).

El confort de una vía se puede apreciar mediante los usuarios que circulación por la misma, teniendo en cuenta que cualquier servicio es calificado como bueno o malo dependiendo

si cumple o no con las expectativas que espera el usuario en cuanto a la calidad y funcionalidad.

En la actualidad existen métodos que facilitan la evaluación de la Serviciabilidad de las vías, y determinar el nivel de confort que perciben los usuarios para poder implementar mejoras de la infra estructura vial en el futuro, que favorezcan a la población o usuarios que utilizan las vías para diferentes actividades cotidianas.

1.2. Planteamientos del problema

En la actualidad las redes viales del país son indispensables, al permitirnos llegar a todos los rincones. Lamentablemente extensas partes de las vías se degradan hasta deteriorarse, esto se debe a una combinación de distintos factores como diseño, construcción y mantenimiento.

El mantenimiento de la red vial se basa en indicadores técnicos establecidos por las entidades encargadas que miden la calidad del servicio de la vía, a pesar de ello no se cuenta con un inventario vial y equipos que permitan evaluar la regularidad del pavimento e indicarla en valores de IRI que permita identificar en qué condiciones superficiales se encuentra la vía, también se omite el nivel de confort que perciben los usuarios, siendo ellos quienes califiquen si la vía cumple adecuadamente con sus requerimientos. A raíz de esto se ha creado la siguiente interrogante: ¿Es posible determinar el IRI de las vías a través de encuestas a los usuarios?

1.3. Justificación

La presente investigación tiene como propósito demostrar un método que permita evaluar la condición de la vía y el confort de los usuarios al circular por este recurso, de una manera, económica que pueda facilitar a las entidades encargadas del mantenimiento vial que no cuenten con presupuestos para un estudio técnico y mantenimiento. Mediante este método se desea relacionar el método PSI y modelo Servqual.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Verificar la correlación existente entre dos formas de estimar la Serviciabilidad de las vías rurales de segundo orden del Cantón Cuenca mediante el uso del equipo Merlín y las encuestas Servqual.

1.4.2. Objetivo Específicos

- Calcular el IRI mediante el uso del Merlín de las vías Rurales de segundo orden del cantón Cuenca.
- Calcular la Serviciabilidad de las vías de segundo orden mediante los dos Enfoques.
- Correlacionar los dos enfoques para determinar la ecuación de Serviciabilidad de las vías rurales de segundo orden.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de Arte

En la actualidad no existe ningún método establecido que permita medir la Serviciabilidad, en base a una encuesta que se aplica a los usuarios del cantón Cuenca, que circulan por la vía, en relación con el análisis de la capa de rodadura del pavimento IRI.

Las vías de segundo orden son diseñadas exclusivamente para conectar los distintos centros poblados o de actividad económica que une con las vías primarias del estado ecuatoriano, cuya forma constitutiva contiene la plataforma de circulación que comprende todas las facilidades necesarias para garantizar la adecuada circulación, por los usuarios (MTO, 2018).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Serviciabilidad de Pavimentos

La Serviciabilidad de un pavimento se define como una herramienta que permite medir el comportamiento del pavimento, a la vez se relaciona con la calidad, confort y seguridad que percibe el usuario al transitar por la carretera (PITRA, 2013).

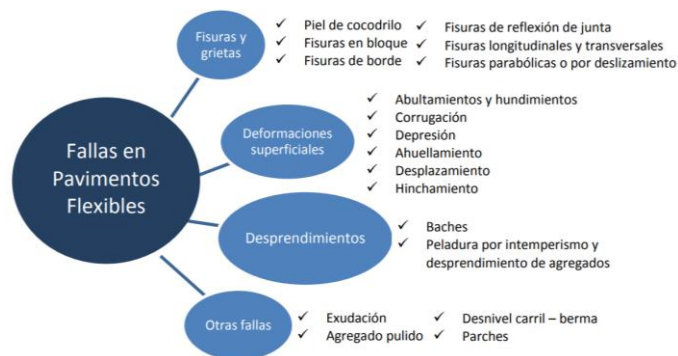
2.2.2 Evaluación Funcional de Pavimentos

Para la evaluación funcional de pavimentos se han determinado varios métodos y modelos de regresión lineal multivariada en la que se correlaciona diferentes características físicas del pavimento con el promedio de las percepciones que experimenta el usuario al usar este recurso (Curiel, 2015).

Las fallas es el principal factor que afecta al nivel de Serviciabilidad que percibe un usuario, ya que esto es resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y factores ambientales, donde al combinarse estos factores, son la causa del deterioro progresivo del pavimento situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Figura 1

Resumen de fallas en pavimentos flexibles.



Fuente: <https://pirhua.udep.edu.pe>

2.2.3 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

AASHTO (American Association of State Highways and Transportation Officials), fue la primero que introdujo el concepto PSI (Present Serviciability Index) en la década de los 60 al realizar una encuesta entre los usuarios de las carreteras en los Estados Unidos (MTC & ICG, 2013).

El Índice de Serviciabilidad (PSI) presente tienen como objetivo principal dar un valor de nivel de confort, comodidad y seguridad con la que cuenta un pavimento con respecto al desplazamiento natural y normal de los vehículos, que es percibido por los usuarios al transitar por la misma (De La Cruz Vega et al., 2022).

La forma de medición del PSI ha variado, en un principio se realizaba en forma subjetiva la cual se evalúa transitando varias veces sobre el pavimento, donde su valor varío de 0 a 5, donde un valor 5 refleja su mejor valor de comodidad y por el contrario un valor de 0 refleja el peor, cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece (MTC & ICG, 2013).

Tabla 1

Escala de Índice de Serviciabilidad.

Índice de Serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

Fuente: MTC Perú, (AASHTO 93).

2.2.4 Índice de Regularidad Internacional (IRI)

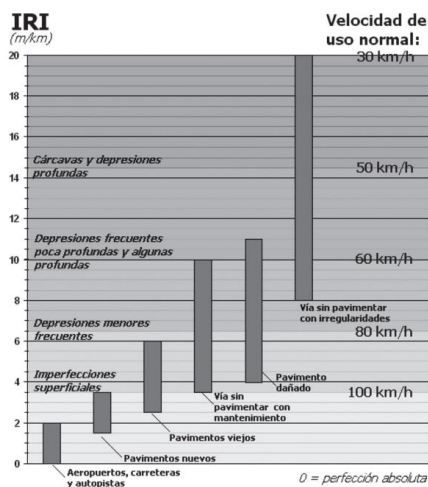
De acuerdo con la norma de ensayo ASTM E 867-06 indica que la regularidad está definida como la desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo la calidad de manejo, cargas dinámicas por ejemplo el perfil longitudinal y transversal (Badilla, 2018).

El IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la regularidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. Tiene sus orígenes en un programa norteamericano llamado Bacional Cooperative Highway Reseach Program basado en un modelo llamado Golden Car (Arriaga et al., 1998).

A partir del estudio realizado por el Banco Mundial se empleó una escala general de los valores de la regularidad superficial para diferentes tipos de vías como se indica en la **Figura 2**.

Figura 2

Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías.

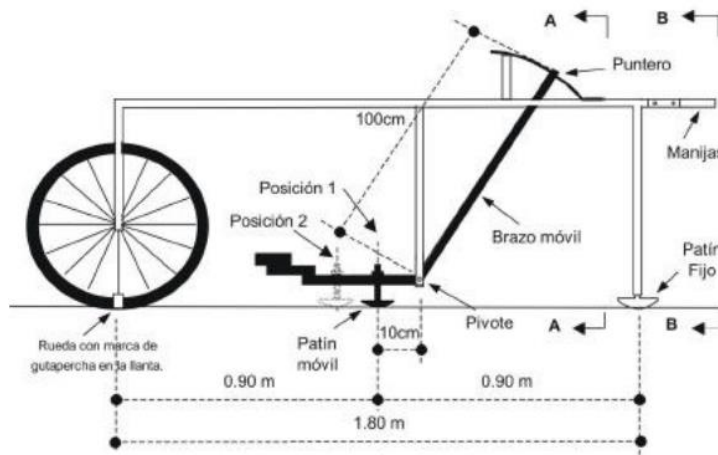


Fuente: Adaptado de (Badilla, 2018).

El rugosímetro de Merlín nos permite determinar el IRI mediante, la determinación de la desviación del terreno frente a una cuerda definida entre 2 puntos ubicados antes y después del punto de medición, para ello, se usa un punto de contacto en el piso en el punto de medición, el cual permite encontrar el desnivel del terreno respecto a la cuerda definida por los puntos de apoyo (Rodríguez, 2009).

Figura 3

Esquema del Rugosímetro Merlín.



Fuente: Manual de usuario Merliner.

2.2.4.1 Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI)

La cuerda promedio es de 1.80m, porque es la distancia que nos proporciona los mejores resultados de correlación. El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D) determinado luego de la depuración del 10% de las observaciones, D es la regularidad del pavimento en unidades Merlín, para relacionar con el IRI, se utilizan las siguientes expresiones (P. del Á. Rodríguez, 1999).

- a. Cuando $2.4 < \text{IRI} < 15.9$ entonces $\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D$
- b. Cuando $\text{IRI} < 2.4$, entonces $\text{IRI} = 0.0485 D$

Otra escala de medición usado para medir, el estado de la vía dependiendo si la vía es pavimentada o no es la siguiente:

Figura 4

Evaluación y Valoración del IRI, según tipo de vía.

ESTADO	VIAS PAVIMENTADAS	VIAS NO PAVIMENTADAS
	RUGOSIDAD	RUGOSIDAD
BUENO	0 < IRI ≤ 2.8	IRI ≤ 6
REGULAR	2.8 < IRI ≤ 4.0	6 < IRI ≤ 8
MALO	4 < IRI ≤ 5.0	10 ≤ IRI
MUY MALO	5 < IRI	9 < IRI ≤ 10

Fuente: Escala según estándar para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías (Sayers y Karamihas,1998).

2.2.5 Correlación del IRI con PSI

Para determinar la Serviciabilidad PSI se realiza mediciones mediante el método de Merlín, donde se realiza la toma de datos tanto de ida como de vuelta a lo largo de toda la vía de estudio, el rugosímetro merlín da como resultado el IRI y el histograma de frecuencias cada 400m, para cada valor de IRI se obtiene el PSI, aplicando la ecuación establecida por Al-Omar y M.I Darte ya que es la ecuación que más se asemeja a la realidad del estado de la vía (De La Cruz Vega et al., 2022).

$$PSI = 5 * e^{(0,26*IRI)}$$

2.2.6 Modelo Servqual

El modelo Servqual aparece por primera vez en el año 1988, desde entonces ha experimentado mejoras y cambios, es el modelo de calidad más aplicado para la medición del servicio al cliente que considera que todo cliente que adquiere un servicio genera unas

expectativas del servicio que va a recibir a través de distintos canales y una vez recibido hay una serie de factores, dimensiones, que le permiten tener una percepción del servicio recibido (Nishizawa, 2014). Para el cálculo de la calidad de servicio se basa distintas dimensiones como Fiabilidad, Sensibilidad, Seguridad, Empatía y Elementos Tangibles (Osejos & Murillo, 2020).

Este modelo fue aplicado en la Ingeniería civil por (Colcha, 2022), que implica el uso de estas 5 dimensiones, el mismo modelo con las dimensiones ya establecidas se pretende aplicar en las vías de segundo orden del Cantón Cuenca.

2.2.7 Coeficiente Alpha de Cronbach

Este coeficiente Alpha fue descrito por Lee J. Cronbach en 1951, se refiere a un índice para medir la consistencia interna de una escala que sirve para evaluar la extensión en que los ítems de un instrumento son correlacionados, es decir es el promedio de las correlaciones entre los ítems que son parte de un instrumento por medio de análisis del perfil de las respuestas (Tuapanta et al., 2017).

Tabla 2

Clasificación de los niveles de Fiabilidad según el alfa de Cronbach.

índice	Nivel de fiabilidad	Valor de Alpha de Cronbach
1	Excelente	0,9-1
2	Muy Bueno	0,7-0,9
3	Bueno	0,5-0,7
4	Regular	0,3-0,5
5	Deficiente	0-0,3

La fórmula para calcular Alfa de Cronbach usando varianzas es la siguiente:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(\frac{\sum_{i=1}^k S_i}{S_t} \right)$$

Donde:

K : números de ítems

S_i : Varianza de cada ítem

S_t : varianza de la suma de todos los ítems

(Sijtsma, 2009)

2.2.8 Correlación de Pearson (la Serviciabilidad entre el método PSI y el Modelo Servqual)

El coeficiente de correlación de Pearson tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación, entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariado conjunta, puede tomar valores de +1 a -1. Donde el 0 indica que no hay asociación entre las dos variables y un valor mayor o menor a cero indica una asociación positiva o negativa respectivamente (Restrepo & González, 2007).

Este coeficiente de correlación de Pearson fue aplicado por (Colcha, 2022), para establecer una correlación entre la Serviciabilidad calculada con el Método PSI con la Serviciabilidad encontrada con el Modelo Servqual, en base a esto se busca implantar en las vías de estudio en el cantón Cuenca.

Para el cálculo del coeficiente de Pearson se aplica las siguientes formulas:

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{S_x * S_y}$$

Donde:

σ_{xy} : Covarianza

S_x : Desviación típica en x.

S_y : Desviación típica en y.

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum(X - X_{pro})(Y - Y_{pro})}{n - 1}$$

Donde:

σ_{xy} : Covarianza de la variable X y Y.

$(X - X_{pro})$: diferencia de los datos X con relación a su media.

$(Y - Y_{pro})$: diferencia de los datos Y con relación a su media.

n: Cantidad total de los datos.

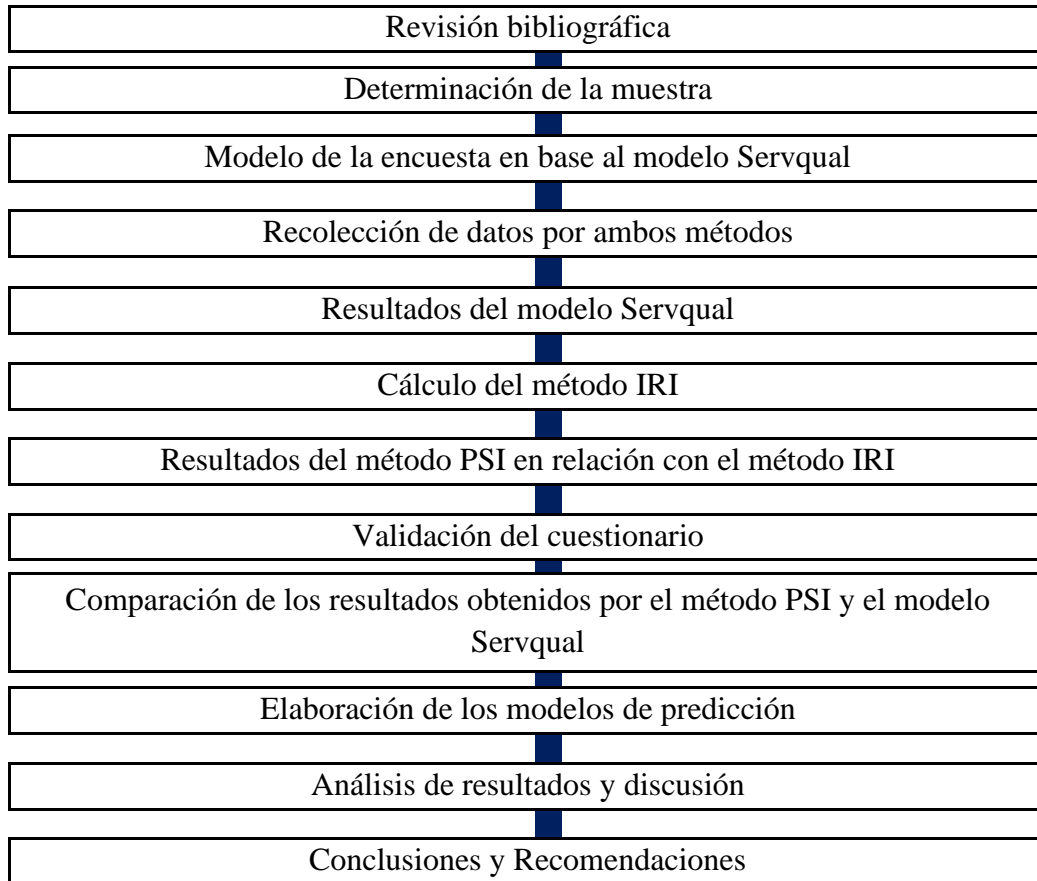
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo de la Investigación

La presente investigación basado en sus objetivos tiene un enfoque Cualitativo – cuantitativo, debido a la naturaleza de los datos, los mismo que son obtenidos mediante el uso del equipo Merlín que permite determinar la regularidad del pavimento en toda la vía de estudio y el modelo Servqual basado en la percepción de los usuarios al transitar por la vía, estas variables permiten determinar la Serviciabilidad de las vías rurales de segundo orden del cantón cuenca mediante.

Figura 5

Diagrama del Proceso Metodológico.



3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental transversal, ya que se recolecta los datos en un solo punto en el tiempo, es decir que los datos se obtienen de forma directa y se realiza el análisis sin manipular, debido a que el diseño es mixto (descriptivo y correlacional) donde se describe todo el proceso de análisis de los datos, y se realiza una correlación de las variables para el desarrollo de la presente investigación.

3.3 Técnicas para la recolección de datos

Esta técnica busca reunir y medir información de diferentes fuentes para obtener una visualización completa y precisa acerca del estado y el servicio de las vías rurales de segundo orden del cantón Cuenca, para esto se utiliza el equipo Merlín, y las encuestas Servqual, lo que nos permite evaluar resultados para una mejor toma de decisiones al momento de desarrollar la correlación entre las dos formas de estimar la Serviciabilidad.

Normativa: Norma ASSHTO 1993, DG-2018, Manual de transportes y comunicaciones (MTC), Manual de uso del Rugosímetro de Merlín y diseño geométrico de carreteras que son utilizadas estas normativas de organización para el control de IRI (Homero, 2021).

3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra

3.4.1 Muestreo para las aplicaciones de Estudio

La muestra es la carpeta de rodadura de las vías de segundo orden del cantón Cuenca como se muestra en la siguiente **Tabla 3**:

Tabla 3

Vías de segundo orden del Cantón Cuenca.

Vía	km
Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad	7,014
Panamericana Antigua - Llacao	3,2
Panamericana (Redondel) - Paccha	2,896
Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel	4,988
Total	18,098

3.4.2 Muestreo para las aplicaciones del modelo Servqual

Para la aplicación del Modelo Servqual, la muestra de estudio se tomó en cuenta a los habitantes de las parroquias que son conectadas al centro Cuenca mediante las vías de estudio, los mismos que son utilizadas para diferentes actividades. La población total se calculó mediante la proyección al año 2023 con el método geométrico en función a los censos ya existentes, donde se obtuvo un estimado de 18267 habitantes (ver **Anexo 2**), en base a la población total se realizó un muestreo mediante la fórmula propuesta por Murray y Larry en el año 2005, dando como resultado 379 encuestas, que son distribuidas dependiendo del tamaño de población de cada parroquia como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Número de encuesta por Parroquia.

Rutas	Parroquia	Encuestas
Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad	Chiquintad	64
Panamericana Antigua - Llacao	Checa	78
Panamericana (Redondel) - Paccha	Llacao	138
Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel	Paccha	51
	Paccha (Baguanchi)	48
	Total	379

3.5 Hipótesis

Mediante esta investigación podemos deducir que, si existe una relación entre el método PSI en función del IRI con el PSI obtenida en el modelo SERVQUAL, se puede evaluar la Serviciabilidad de las vías de segundo orden del cantón Cuenca, de una forma rápida y económica.

3.6 Métodos de análisis y procesamiento de datos

Para la toma, análisis y procesamiento de datos, del ensayo del rugosímetro Merlín se basó en el Manual de Usuario Merlín (1999), donde nos indica que el parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el rango de la muestra D , determinado luego de la depuración del 10% de datos en cada cola del histograma, el valor D es la regularidad del pavimento en unidades Merlín, para luego transformar al Índice de Regularidad Internacional (IRI) como nos indica el manual. Y en función al IRI se pudo determinar el PSI de las vías en estudio.

En el proceso de datos de las encuestas desarrolladas en un modelo Servqual se tomaron en cuenta las siguientes dimensiones como Fiabilidad, Sensibilidad, Seguridad y Empatía, en base a esto se establecieron 10 preguntas, diseñadas específicamente para la capa de rodadura del pavimento, la encuesta se desarrolló en la aplicación Google Forms (ver **Anexo 8**), luego de aplicar el modelo Servqual se procedió a validar el modelo mediante la aplicación del coeficiente alfa de Cronbach, dando como resultado un nivel de confianza alto lo que nos permite tabular y obtener los resultados representado en graficas.

Una vez validada el modelo Servqual y obtenido el PSI, se realizó una correlación mediante el coeficiente de Pearson donde las variables fueron, la Serviciabilidad obtenida del método PSI (en base al IRI) entre la Serviciabilidad del modelo Servqual (encuestas), dando un resultado de 0,988, donde la variable X es resultado del método PSI y la variable Y es el resultado obtenido del modelo Servqual.

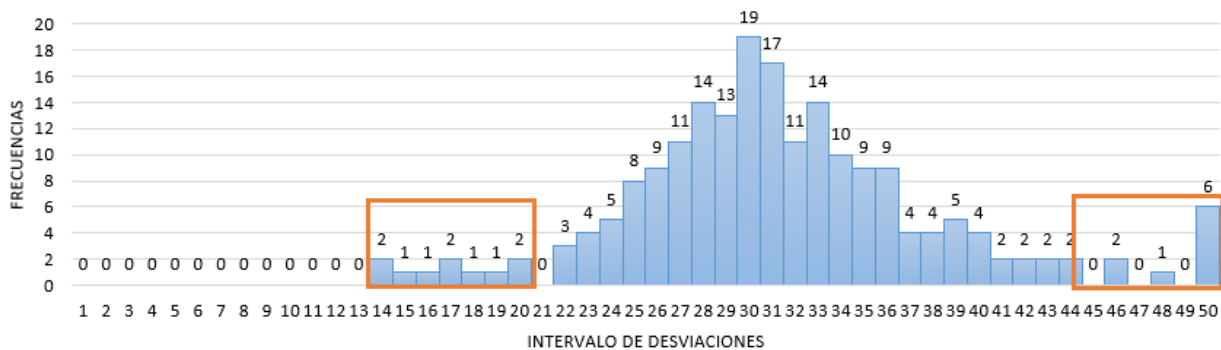
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Una vez procesado y tabulado los datos se obtuvo los siguientes resultados (gráficas), en el cálculo del IRI para cada una de las vías de estudio.

Figura 6

Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones, tramo vial Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad.

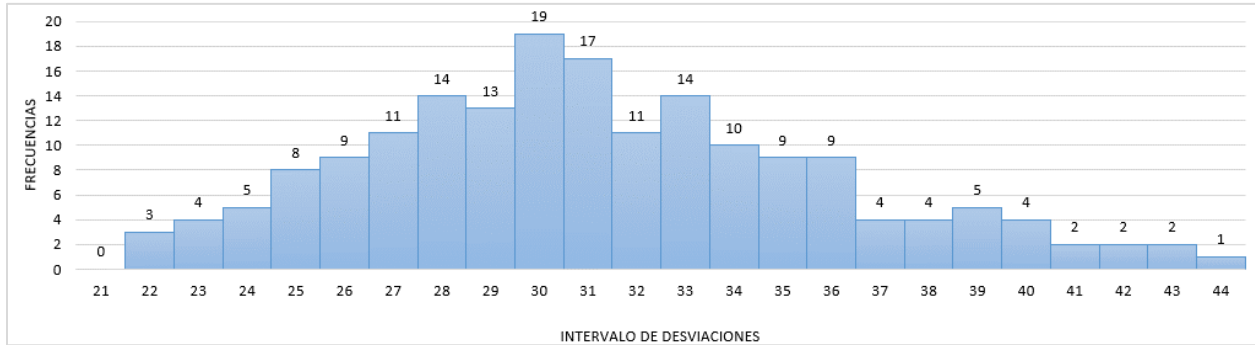


Una vez procesado los datos obtenidos del ensayo Merlín del primer tramo de 0+000 km a 0+400 km de la vía de estudio como se indica en el **Anexo 3**, se colocan los datos en forma de histograma dando un resultado como la campana de Gauss, de acuerdo con el manual del usuario Merlín los resultados son confiables.

Para encontrar la regularidad del pavimento en unidades Merlín (D), se debe eliminar el 5% ó 10 de los datos de cada extremo del histograma, y se calcula el ancho del histograma que sería el valor D de 23,5 mm.

Figura 7

Histograma de frecuencias eliminado el 5% de los datos a cada extremo.



Con el valor D, obtenido se calcula el valor del Índice de Regularidad Internacional IRI, y posteriormente se calcula el PSI en función del IRI, en base a la ecuación propuesta por Al-Omar y M.I Darte.

$$D = 23,5 \times 5 = 117,5 \text{ mm}$$

$$IRI = 0,593 + (0,0471 * D) = 6,127 \frac{m}{km}$$

$$PSI = 5 * e^{-0,261IRI} = 5 * e^{(-0,261*6,127)} = 1,01$$

La ecuación que se usa para el cálculo del PSI es la segunda, ya que esta más acorde con la realidad de la Serviciabilidad del campo, este proceso se realizó para todos los tramos de cada una de las vías de estudio. Se puede ver los resultados de cada tramo de la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad en el **Anexo 4**, a continuación, se muestra los resultados de IRI y el PSI gráficamente para cada vida de estudio como se representa en la **Figura 8** y **Figura 9**.

Figura 8

Valores del IRI parcial en relación con el IRI promedio de las vías de estudio.

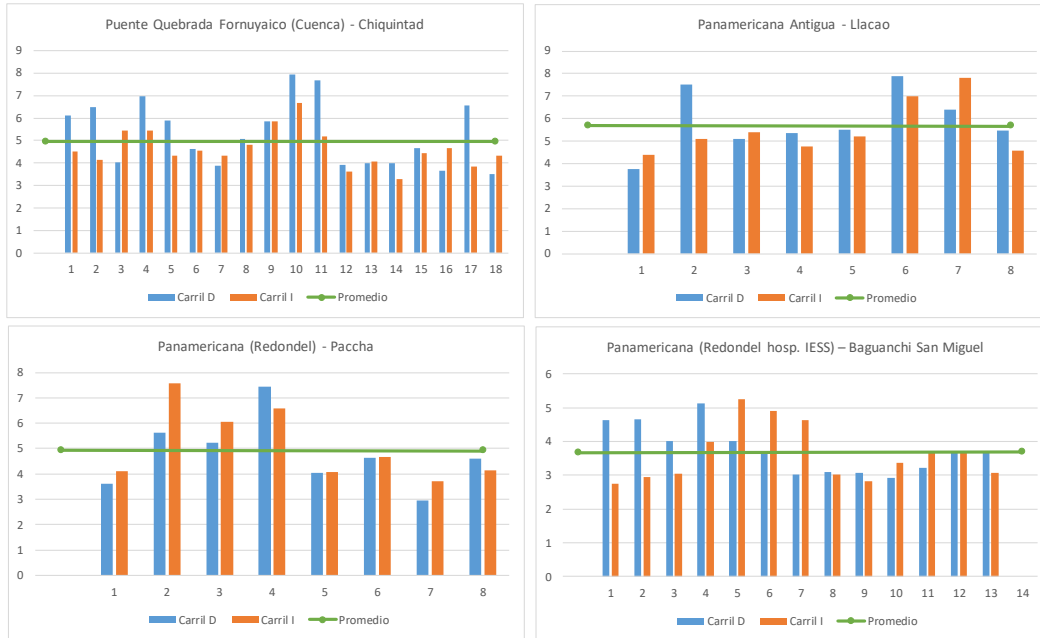


Figura 9

Valores del PSI parciales en relación con el PSI promedio de las vías de estudio.

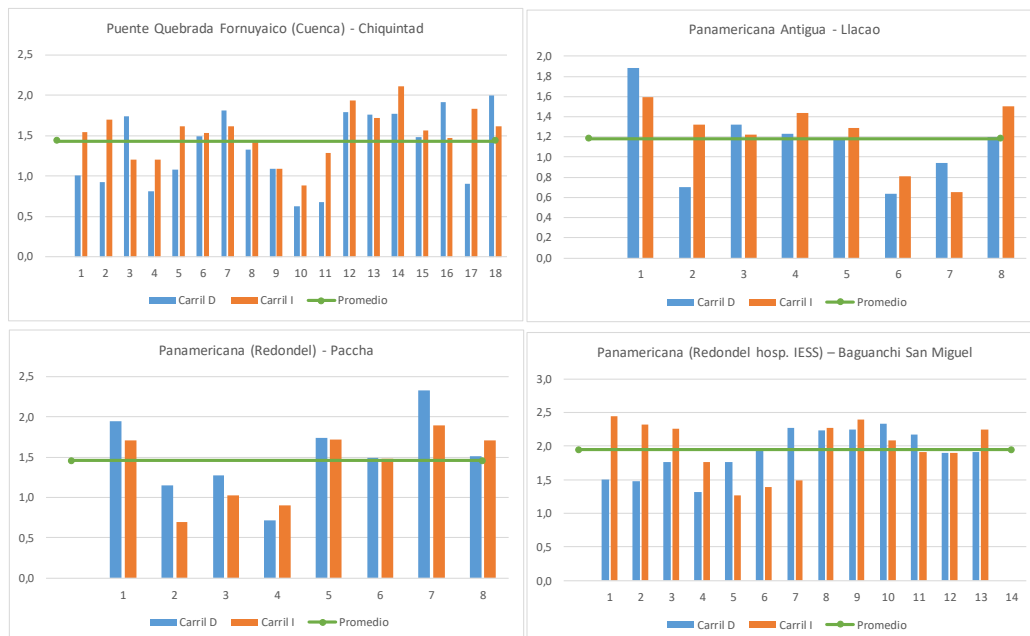


Tabla 5

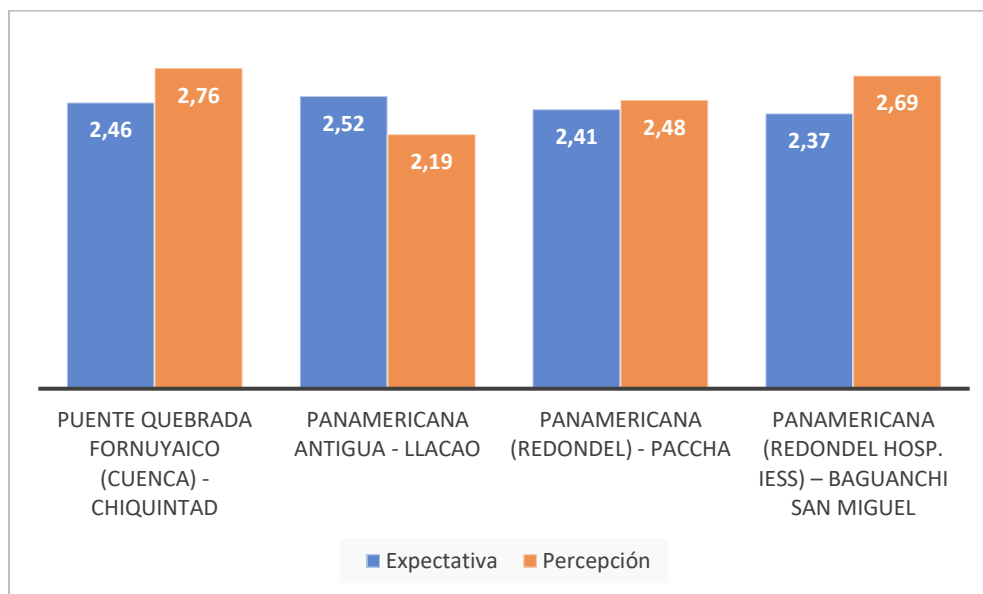
Cuadro de resumen de resultados de IRI, PSI y el estado de cada vía.

VÍA	IRI	PSI	ESTADO
Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad	4,96	1,43	Malo
Panamericana Antigua - Llaico	5,70	1,18	Malo
Panamericana (Redondel) - Paccha	4,94	1,45	Malo
Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel	3,69	1,94	Malo

En la **Tabla 5**, se muestra los resultados del cálculo del IRI y la Serviciabilidad PSI y su respectivo estado, para cada una de las vías de segundo orden del cantón Cuenca.

Figura 10

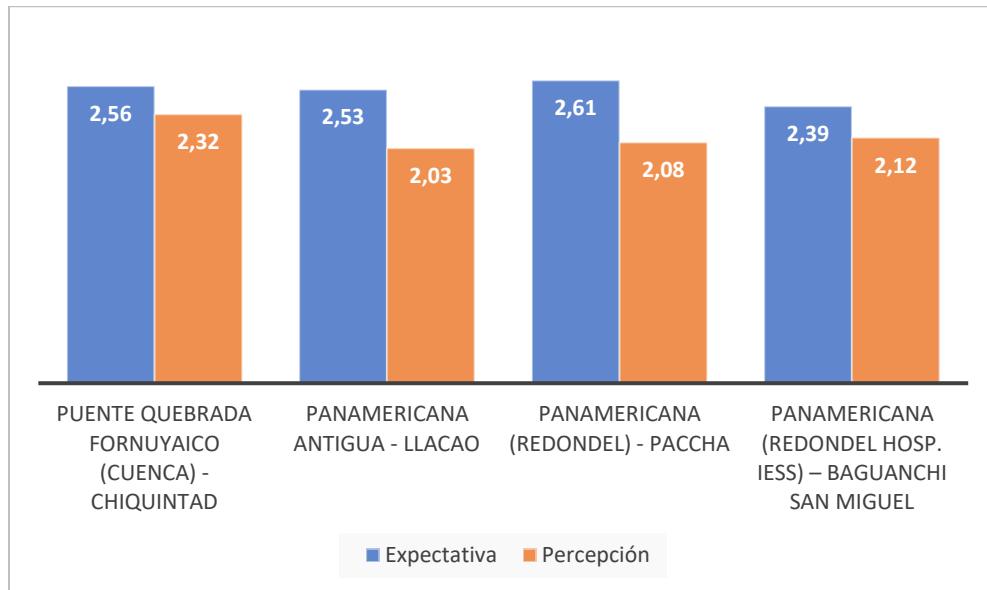
Resultados de la dimensión Fiabilidad, de cada vía.



En la **Figura 10**, se puede observar que los resultados de la percepción son mayores a la expectativa, lo que indica que, si cumple la dimensión fiabilidad con lo que los usuarios esperan, sin embargo, no cumple en la Vía panamericana antigua – Llaqueo esto se debe a una falta de mantenimiento de la vía.

Figura 11

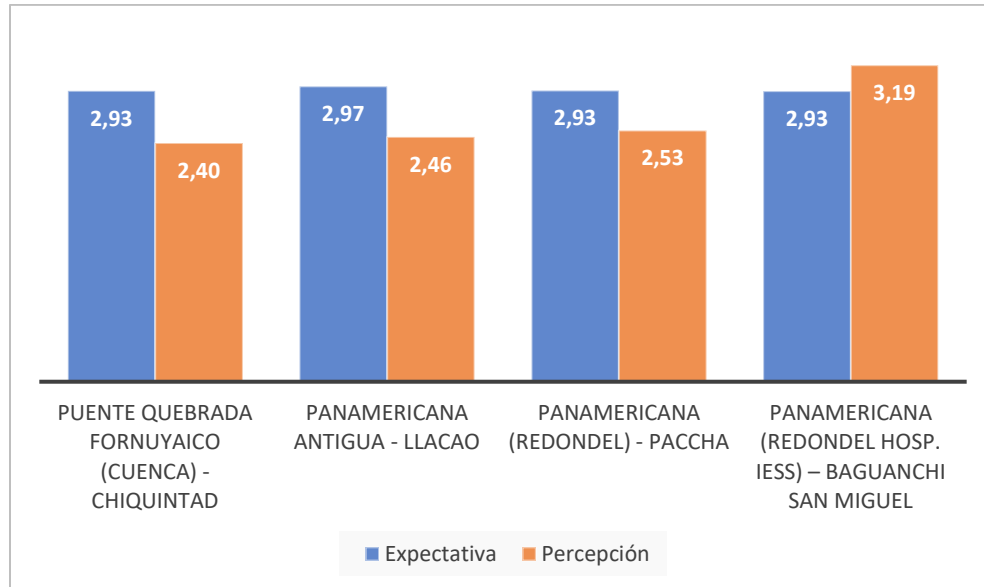
Resultados de la dimensión Sensibilidad, de cada vía.



En la **Figura 11**, nos indica que los valores obtenidos de la percepción son menores a la expectativa en todas las vías lo que nos muestra que la dimensión Sensibilidad no cumple con lo que los usuarios esperan, esto se debe a que los requerimientos y necesidades los usuarios no son atendidos con prioridad.

Figura 12

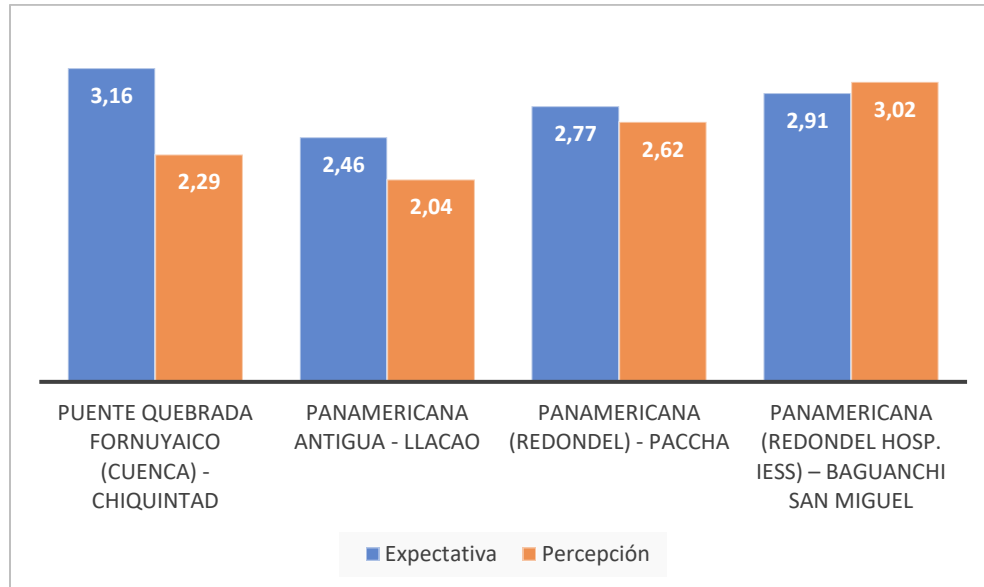
Resultados de la dimensión Seguridad, de cada vía.



La **Figura 12**, nos indica que la vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel cumple con lo que esperan los usuarios en cuanto a la seguridad de su integridad, sin embargo, en las demás vías de estudio no cumple la dimensión Seguridad, esto se debe a que los usuarios califican muy bajo, debido a la falta de un mantenimiento periódico y la mejora de la vía en cuanto a señaléticas, pendientes muy pronunciadas y curvas muy cerradas, también uno de los factores que mayor afecta es el ancho de la vía, teniendo en cuenta que son vías de alto tráfico vehicular.

Figura 13

Resultados de la dimensión Empatía., de cada vía.



De acuerdo con la **Figura 13**, la vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel y la vía Panamericana (Redondel) – Paccha por la mínima diferencia de resultados son vías favorables en cuanto a la movilidad de las parroquias, sin embargo, las dos vías no cumplen con la dimensión Empatía de acuerdo con los usuarios estas dos vías les falta una mejora en cuanto al ancho de la vía por el alto tránsito, y por las pendientes pronunciadas de la vía respectivamente.

Luego de los resultados obtenidos, se procede a realizar una correlación usando el coeficiente Pearson, donde las variables son los valores obtenidos del método PSI, y como segunda variable los valores de percepción obtenidos del modelo Servqual como se indica en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Correlación de Pearson entre el método PSI y el modelo Servqual.

Vía	X (Método PSI)	Y (Valor del Modelo Servqual)	(X-X _p)	(Y- Y _p)	(X-X _p)*(Y- Y _p)
Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad	1,432	2,443	-0,071	-0,008	0,001
Panamericana Antigua - Llacao	1,183	2,179	-0,320	-0,272	0,087
Panamericana (Redondel) - Paccha	1,454	2,427	-0,049	-0,024	0,001
Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel	1,943	2,755	0,439	0,304	0,134
Promedio	1,503	2,451	Total		0,223
Desviación estándar X		0,236	r		0,074
Desviación estándar Y		0,318	Valor de la relación		0,988

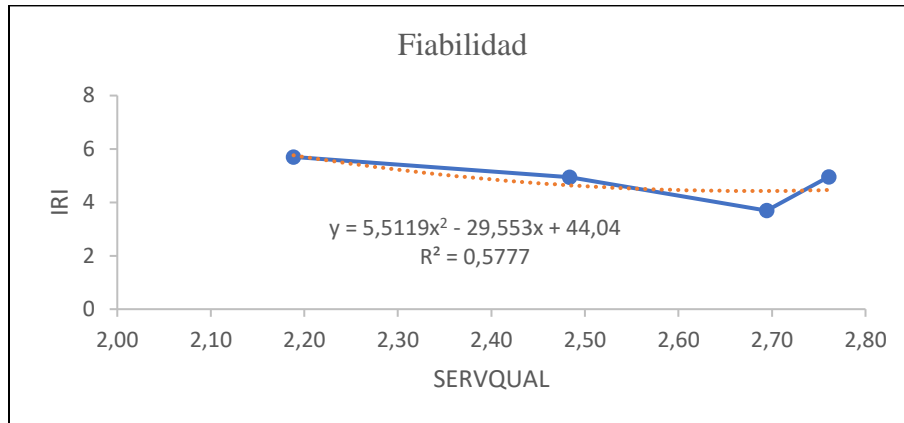
El resultado obtenido de la correlación de Pearson es de 0,988, de acuerdo con la **Tabla 6**, lo que nos indica que las variables están vinculadas directamente.

Para analizar la validez del modelo Servqual en cualquier vía de segundo orden se correlacionó el IRI y el modelo Servqual, con las preguntas únicamente referentes a la capa de rodadura del pavimento.

Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Fiabilidad (ecuación de la curva).

Figura 14

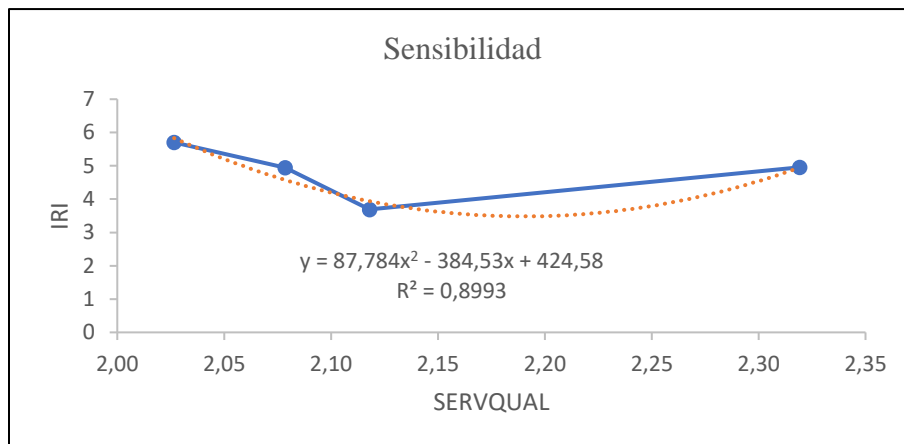
Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Fiabilidad (ecuación de la curva).



En la **Figura 14**, se muestra que tienen una relación con la ecuación polinomial de segundo orden, esto nos indica que podemos utilizar el modelo Servqual para el rango de valores que se muestra en la Figura, a pesar de que los dos puntos de interacción de los modelos se alejan se puede decir que están dentro Modelo de predicción.

Figura 15

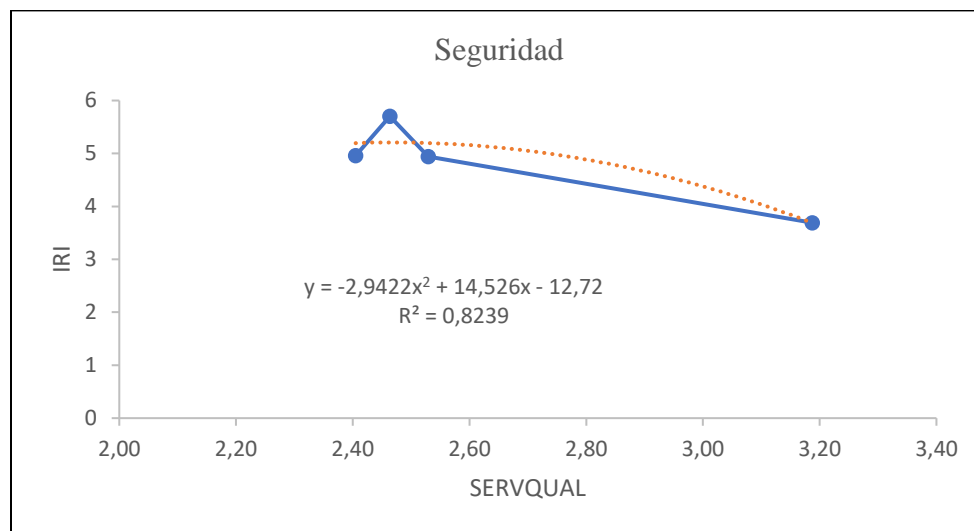
Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Sensibilidad (ecuación de la curva).



De acuerdo con la **Figura 15**, se puede observar que tiene una relación con una ecuación polinómica de segundo orden, donde los valores del modelo Servqual son ascendentes y los valores del IRI se mantienen en un rango 5,70 y 3,69 lo que nos indica que el IRI probablemente no baje a cero, aunque no se puede considerar datos fuera del rango de valores, para garantizar la confiabilidad de los datos.

Figura 16

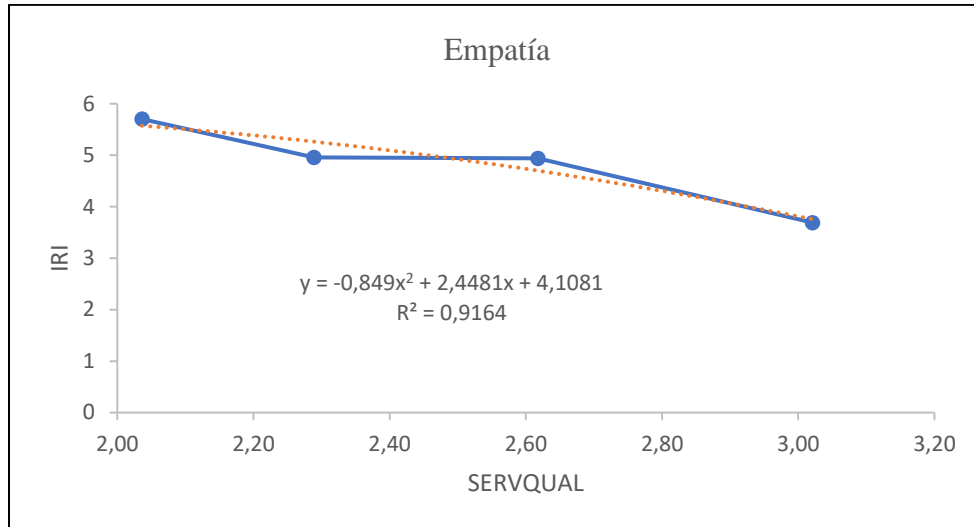
Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Seguridad (ecuación de la curva).



En la **Figura 16**, se muestra que los valores de interacción de las dos variables están más unidas a la ecuación polinomial de segundo orden, esto nos indica que existe una relación de variables muy fuerte y dando un modelo de predicción favorable.

Figura 17

Percepciones, Método IRI – Modelo Servqual dimensión de la Empatía (ecuación de la curva).



De acuerdo con la **Figura 17**, de la dimensión Empática se puede observar que los valores de las variables están más acordes a la ecuación polinomial de segundo orden, y su valor de $R^2=0,91$ nos indica que las variables tienen una relación fuerte.

4.2 Discusión

En base al modelo Servqual desarrollado en las 4 vías de segundo orden del cantón Cuenca, se pudo determinar la inconformidad de los usuarios al usar las vías, las mismas que tienen un deterioro acelerado la capa de rodadura del pavimento por el exceso de tránsito, problemas geológicos, problemas ambientales y por ende la falta de un mantenimiento periódico por parte de las autoridades pertinentes, esto se ha podido visualizar la falta de señalización y líneas de parter de las vías, el mismo que pone en riesgo la seguridad de los usuarios.

Para el cálculo de Índice de Serviciabilidad Presente PSI se basó en el Índice de Regularidad Internacional obtenido mediante el cálculo y toma de datos en el campo, con el

rugosímetro Merlín, y de la misma manera el PSI calculado mediante el modelo Servqual se basa en las expectativas y percepciones de los usuarios.

Los valores obtenidos de IRI y PSI en cada una de las vías, concuerdan con la escala de medición establecidos, para el IRI por el Banco Mundial según Sayers y Karamihas (1998), y para el PSI por AASHTO 93, donde mediante la correlación de los dos valores, para todas las vías de estudio se encuentran en un estado Malo.

Para el cálculo y representación gráfica de los modelos de predicción se consideró la ecuación polinomial de segundo grado, ya que esta representa con mayor perfección las predicciones donde el valor de R^2 se acerca más al valor de 1, sin embargo, a la dificultad del modelo estas predicciones representan un pequeño grupo de datos de la ecuación polinomial, por lo que es fundamental usar los rangos de las dimensiones indicados en el modelo Servqual.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante el cálculo del Índice de Regularidad internacional (IRI) promedio se muestra el estado de toda la vía, a pesar de ello el IRI parcial nos indica el estado de la vía por tramos de 400m, permitiendo determinar con mayor facilidad las zonas más deterioradas con prioridad a intervenir ya que dependiendo del grado de deterioro puede ser mantenimiento o reconstrucción.
- A partir de los resultados de la Serviciabilidad, del método PSI y el modelo Servqual, las 4 vías de segundo orden del cantón Cuenca se encuentran en un estado Malo, lo que nos indica que los usuarios están inconformes con la calidad de servicio de este recurso.
- El coeficiente de Alfa Cronbach valida el modelo Servqual con valores superiores a 0.78, lo que permite aplicar la correlación de Pearson, entre el Método PSI y el Modelo

Servqual, dando un resultado de 0.988 es decir que existe una relación positiva fuerte entre las dos variables.

- Al analizar las gráficas de los modelos de predicción sus líneas de tendencia se asemejan a una media parábola convexa para las dos primeras dimensiones y cóncava para las otras dos, debido a que el coeficiente de determinación (R^2) son cercanos a 1, es decir que las ecuaciones establecidas se asemejan a la realidad de la vía, y la relación entre el modelo Servqual y los valores de IRI es fuerte.

5.2 Recomendaciones

- Para el levantamiento de dato con el rugosímetro Merlín se recomienda calibrar antes de empezar cada ensayo de acuerdo con el Manuel de usuario Merlín, es fundamental que en la hoja de campo se tome todos los datos es decir 200 valores, sin embargo, es posible que en algún punto el rugosímetro no marque ningún valor por lo que se recomienda llenar la celda con el valor más alto (50), para posteriores cálculos.
- Es fundamental que la muestra para las encuestas sea grande, por ende, sus resultados sean más confiables, también se debe capacitar al ayudante de las encuestas que pueda solventar cualquier inquietud, y proporcionar los equipos necesarios, ya que en este caso la encuesta fue con el uso de la aplicación Google Forms.
- Se recomienda que en los futuros trabajos de investigación se agregue el rango de valores, para que las ecuaciones de predicción sean más acordes a la realidad del estado de las vías de segundo orden, a diferencia del rango de valores que se tomaron en cuenta en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, M., Garnica, P., & Rico, A. (1998). *ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD EN LA RED CARRETERA DE MÉXICO*.
<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt108.pdf>
- Badilla, G. (2018). *DETERMINACIÓN DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL CÁLCULO DEL INDICE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI): ASPECTOS Y CONSIDERACIONES IMPORTANTES*.
[https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/500/CILA-05-09.%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20REGULARIDAD%20SUPERFICIAL%20DE%20PAVIMENTOS%20MEDIANTE%20EL%20C%C3%81LCULO%20DEL%20INDICE%20REGULARIDAD%20INTERNACIONAL%20\(IRI\)%20ASPECTOS%20Y%20CONSIDERACIONES%20IMPORTANTES.pdf?sequence=1](https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/500/CILA-05-09.%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20REGULARIDAD%20SUPERFICIAL%20DE%20PAVIMENTOS%20MEDIANTE%20EL%20C%C3%81LCULO%20DEL%20INDICE%20REGULARIDAD%20INTERNACIONAL%20(IRI)%20ASPECTOS%20Y%20CONSIDERACIONES%20IMPORTANTES.pdf?sequence=1)
- Chávez, A., & Peñarreta, L. (2019). *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento*.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32499/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Colcha, V. (2022). *APLICACIÓN DEL MÉTODO PSI Y MODELO SERVQUAL PARA LA VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DEL CANTÓN GUANO*.
- De La Cruz Vega, S. A., Ibañez Ccoapaza, C. E., & Coaquira Cueva, D. Y. (2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. *Infraestructura Vial*, 24(43), 1-8. <https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>
- Flores, E. (2016). *LA ORDENACIÓN DE LA RED VIAL EL CANTÓN CUENCA*.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/719507.pdf>
- GAD Cuenca. (2021). *MEMORIA TÉCNICA DE ACTUALIZACIÓN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.

https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/planificacion/1_1_Diagnostico%20PDOT_PUGS_25_10_2021.pdf

MTC, & ICG. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS*. www.construccion.org

MTOP. (2018). *REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE*. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf

Nishizawa, R. M. (2014). *Desarrollo del Modelo Servqual para la medición de la calidad del servicio en la empresa de publicidad Ayuda Experto*. <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941264005.pdf>

Osejos, A., & Murillo, J. (2020). *MODELO SERVQUAL COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO AL CLIENTE, CANTÓN JIPIJAPA*. 4(4), 79-92. <https://declaraciones.sri.gob.ec/saiku-ui/>

PITRA. (2013). *CALIBRACIÓN DEL MODELO DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE AASHTO PARA COSTA RICA*. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.lanamme.ucr.ac.cr%2Frepositorio%2Fbitstream%2Fhandle%2F50625112500%2F1372%2FLM-PI-UMP-10-R1%2520Calibraci%25C3%25B3n%2520del%2520modelo%2520de%2520serviciabilidad%2520de%2520pavimentos%2520flexibles%2520de%2520AASHTO%2520para%2520Costa%2520Rica.docx%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy%23%3A~%3Atext%3DLa%2520Serviciabilidad%2520es%2520un%2520indicador%20Cla%2520superficie%2520de%2520un%2520pavimento.&wdOrigin=BROWSELINK>

Restrepo, L. F., & González, J. (2007). *De Pearson a Spearman*. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034010.pdf>

Rodríguez, E. (2009). *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA.*

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence

Rodríguez, P. del Á. (1999). *Manual de Usuario MERLINER.*

Sijtsma, K. (2009). On the use, the misuse, and the very limited usefulness of cronbach's alpha.

Psychometrika, 74(1), 107-120. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9101-0>

Tuapanta, J., Duque, M., & Mena, A. (2017). *ALFA DE CRONBACH PARA VALIDAR UN CUESTIONARIO DE USO DE TIC EN DOCENTES UNIVERSITARIOS.*

<https://core.ac.uk/download/pdf/234578641.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Evidencia del Ensayo con el Rugosímetro Merlin, de las vías de estudio en ambos sentidos.



Foto 1: Ensayo de regularidad de la Vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad



Foto 2: Ensayo de regularidad de la Vía Panamericana Antigua - Llacao



Foto 3: Ensayo de regularidad de la Vía Panamericana (Redondel) - Paccha



Foto 4: Ensayo de regularidad de la Vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel



Anexo 2

Población futura de las parroquias involucradas en Estudio.

Rutas	Parroquia	Tasa de crecimiento 2022	HAB	Censo AÑO	Población futura 2023
Puente Quebrada Fornuyaico	Chiquintad	2,5%	2231	2010	3075
(Cuenca) - Chiquintad	Checa	2,5%	2741	2010	3778
Panamericana Antigua - Llacao	Llacao	2,5%	6659	2023	6659
Panamericana (Redondel) - Paccha	Paccha	2,5%	2016	2015	2456
Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel	Paccha (Baguanchi)	2,5%	1887	2015	2299
Total			15534		18267

Anexo 3

Hoja de campo para el ensayo de Merlín de la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO HOJA DE CAMPO											
Proyecto:	La serviciabilidad en las vías rurales del cantón Cuenca mediante dos alternativas de medición.											
Nombre de la vía:	Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad	Carril: Derecho										
Tramo:	0+000 - 0+400	Operador: Juan Pablo Quizhpi Guaman										
		Fecha: 05/06/2023										
Ensayo N°	1	Km	0 - 0,4	Hora	10:40 - 11:25	AM						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	29	35	17	36	25	33	50	29	31	26		
2	31	29	19	29	31	33	50	30	30	34	Afirmado	<input type="checkbox"/>
3	46	44	31	36	25	30	30	26	30	29		
4	30	26	28	36	20	27	33	31	34	40	Base Granular	<input type="checkbox"/>
5	27	42	34	39	27	31	39	24	34	37		
6	27	27	17	36	43	28	32	32	28	33	Base Imprimida	<input type="checkbox"/>
7	35	46	14	30	33	29	30	28	31	28		
8	25	22	18	31	33	27	30	27	31	32	Tratamiento Bicapa	<input type="checkbox"/>
9	14	29	39	30	31	50	32	33	30	28		
10	31	40	23	29	39	30	29	36	27	28	Carpeta en Frío	<input type="checkbox"/>
11	23	28	24	29	32	36	41	37	38	35		
12	35	38	48	35	25	28	30	33	33	35	Carpeta en Caliente	<input checked="" type="checkbox"/>
13	33	38	50	32	29	23	42	41	25	30		
14	28	24	31	31	30	31	25	39	29	33	Recapeo Asfáltico	<input type="checkbox"/>
15	37	36	26	30	31	38	33	32	40	33		
16	36	30	50	28	36	30	43	15	26	35	Sello	<input type="checkbox"/>
17	16	30	27	34	32	40	28	26	26	34		
18	29	23	20	34	31	25	25	24	32	31	Otros	<input type="checkbox"/>
19	35	50	26	44	35	33	26	27	34	28		
20	34	22	22	34	32	37	32	28	27	24		
Observaciones:												
<hr/>												
<hr/>												

Anexo 4

Cálculo del IRI, PSI, y valoración del PSI de la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)					
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D" (Unidades)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI	
						PSI	Serviabilidad
1	0+000 - 0+400	Derecho	23,50	117,50	6,127	1,01	Malo
		Izquierdo	16,60	83,00	4,50	1,54	Malo
2	0+400 - 0+800	Derecho	25,00	125,00	6,48	0,92	Muy malo
		Izquierdo	15,00	75,00	4,13	1,70	Malo
3	0+800 - 1+200	Derecho	14,67	73,33	4,05	1,74	Malo
		Izquierdo	20,67	103,33	5,46	1,20	Malo
4	1+200 - 1+600	Derecho	27,00	135,00	6,95	0,81	Muy malo
		Izquierdo	20,67	103,33	5,46	1,20	Malo
5	1+600 - 2+000	Derecho	22,42	112,08	5,87	1,08	Malo
		Izquierdo	15,89	79,44	4,33	1,61	Malo
6	2+000 - 2+400	Derecho	17,14	85,71	4,63	1,49	Malo
		Izquierdo	16,75	83,75	4,54	1,53	Malo
7	2+400 - 2+800	Derecho	14,00	70,00	3,89	1,81	Malo
		Izquierdo	15,80	79,00	4,31	1,62	Malo
8	2+800 - 3+200	Derecho	19,08	95,42	5,09	1,33	Malo
		Izquierdo	17,90	89,50	4,81	1,43	Malo
9	3+200 - 3+600	Derecho	22,33	111,67	5,85	1,09	Malo
		Izquierdo	22,33	111,67	5,85	1,09	Malo
10	3+600 - 4+000	Derecho	31,21	156,07	7,94	0,63	Muy malo
		Izquierdo	25,73	128,65	6,65	0,88	Muy malo
11	4+000 - 4+400	Derecho	30,11	150,53	7,68	0,67	Muy malo
		Izquierdo	19,55	97,76	5,20	1,29	Malo
12	4+400 - 4+800	Derecho	14,17	70,83	3,93	1,79	Malo
		Izquierdo	12,91	64,55	3,63	1,94	Malo
13	4+800 - 5+200	Derecho	14,50	72,50	4,01	1,76	Malo
		Izquierdo	14,80	74,00	4,08	1,72	Malo
14	5+200 - 5+600	Derecho	14,40	72,00	3,98	1,77	Malo
		Izquierdo	11,50	57,50	3,30	2,11	Regular
15	5+600 - 6+000	Derecho	17,27	86,33	4,66	1,48	Malo
		Izquierdo	16,33	81,67	4,44	1,57	Malo
16	6+000 - 6+400	Derecho	13,08	65,42	3,67	1,92	Malo
		Izquierdo	17,33	86,67	4,68	1,48	Malo
17	6+400 - 6+800	Derecho	25,33	126,67	6,56	0,90	Muy malo
		Izquierdo	13,80	69,00	3,84	1,83	Malo
18	6+800 - 7+017	Derecho	12,42	62,08	3,52	2,00	Malo
		Izquierdo	15,83	79,17	4,32	1,62	Malo
PROMEDIO					4,96	1,43	Malo

Anexo 5

Cálculo del IRI, PSI, y valoración del PSI de la vía Panamericana Antigua – Llacao.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA							
		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL							
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO							
		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)							
Nombre de la vía:		Panamericana Antigua - Llacao							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Juan Pablo Quizhpi Guaman							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			
						PSI (1)	PSI (pr)	Serviciabilidad	
1	0+000 - 0+400	Derecho	13,40	67,00	3,75	1,88	1,88	Malo	
		Izquierdo	16,08	80,42	4,38	1,59	1,59	Malo	
2	0+400 - 0+800	Derecho	29,33	146,67	7,50	0,71	0,71	Muy malo	
		Izquierdo	19,08	95,42	5,09	1,33	1,33	Malo	
3	0+800 - 1+200	Derecho	19,17	95,83	5,11	1,32	1,32	Malo	
		Izquierdo	20,36	101,82	5,39	1,23	1,23	Malo	
4	1+200 - 1+600	Derecho	20,28	101,39	5,37	1,23	1,23	Malo	
		Izquierdo	17,75	88,75	4,77	1,44	1,44	Malo	
5	1+600 - 1+840	Derecho	20,88	104,38	5,51	1,19	1,19	Malo	
		Izquierdo	19,55	97,73	5,20	1,29	1,29	Malo	
6	2+000 - 2+400	Derecho	31,00	155,00	7,89	0,64	0,64	Muy malo	
		Izquierdo	27,17	135,83	6,99	0,81	0,81	Muy malo	
7	2+400 - 2+800	Derecho	24,67	123,33	6,40	0,94	0,94	Muy malo	
		Izquierdo	30,67	153,33	7,82	0,65	0,65	Muy malo	
8	2+800 - 3+200	Derecho	20,75	103,75	5,48	1,20	1,20	Malo	
		Izquierdo	17,00	85,00	4,60	1,51	1,51	Malo	
PROMEDIO					5,70		1,18	Malo	

Anexo 6



Cálculo del IRI, PSI y valoración del PSI de la vía Panamericana (Redondel) - Paccha

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA							
		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL							
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO							
		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)							
Nombre de la vía:		Panamericana (Redondel) - Paccha							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Juan Pablo Quizhpi Guaman							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			
						PSI (1)	PSI (pr)	Serviciabilidad	
1	0+000 - 0+400	Derecho	12,85	64,25	3,62	1,94	1,94	Malo	
		Izquierdo	14,95	74,75	4,11	1,71	1,71	Malo	
2	0+400 - 0+800	Derecho	21,33	106,67	5,62	1,15	1,15	Malo	
		Izquierdo	29,65	148,23	7,57	0,69	0,69	Muy malo	
3	0+800 - 1+200	Derecho	19,75	98,75	5,24	1,27	1,27	Malo	
		Izquierdo	23,20	116,00	6,06	1,03	1,03	Malo	
4	1+200 - 1+600	Derecho	29,13	145,63	7,45	0,71	0,71	Muy malo	
		Izquierdo	25,38	126,88	6,57	0,90	0,90	Muy malo	
5	1+600 - 2+000	Derecho	14,67	73,33	4,05	1,74	1,74	Malo	
		Izquierdo	14,83	74,17	4,09	1,72	1,72	Malo	
6	2+000 - 2+400	Derecho	17,17	85,83	4,64	1,49	1,49	Malo	
		Izquierdo	17,33	86,67	4,68	1,48	1,48	Malo	
7	2+400 - 2+800	Derecho	9,97	49,83	2,94	2,32	2,32	Regular	
		Izquierdo	13,25	66,25	3,71	1,90	1,90	Malo	
8	2+800 - 2+896	Derecho	17,00	85,00	4,60	1,51	1,51	Malo	
		Izquierdo	15,00	75,00	4,13	1,70	1,70	Malo	
PROMEDIO					4,94		1,45	Malo	

Anexo 7

Cálculo del IRI, PSI y valoración del PSI de la vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) –

Baguanchi San Miguel.

				UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)							
Nombre de la vía:		Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Juan Pablo Quizhpi Guaman							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			
						PSI (1)	PSI (pr)	Serviciabilidad	
1	0+000 - 0+400	Derecho	17,10	85,50	4,62	1,50	1,50	Malo	
		Izquierdo	9,17	45,83	2,75	2,44	2,44	Regular	
2	0+400 - 0+800	Derecho	17,29	86,46	4,67	1,48	1,48	Malo	
		Izquierdo	10,00	50,00	2,95	2,32	2,32	Regular	
3	0+800 - 1+200	Derecho	14,50	72,50	4,01	1,76	1,76	Malo	
		Izquierdo	10,40	52,00	3,04	2,26	2,26	Regular	
4	1+200 - 1+600	Derecho	19,25	96,25	5,13	1,31	1,31	Malo	
		Izquierdo	14,40	72,00	3,98	1,77	1,77	Malo	
5	1+600 - 2+000	Derecho	14,50	72,50	4,01	1,76	1,76	Malo	
		Izquierdo	19,79	98,93	5,25	1,27	1,27	Malo	
6	2+000 - 2+400	Derecho	12,93	64,64	3,64	1,93	1,93	Malo	
		Izquierdo	18,33	91,67	4,91	1,39	1,39	Malo	
7	2+400 - 2+800	Derecho	10,30	51,52	3,02	2,27	2,27	Regular	
		Izquierdo	17,14	85,71	4,63	1,49	1,49	Malo	
8	2+800 - 3+200	Derecho	10,62	53,10	3,09	2,23	2,23	Regular	
		Izquierdo	10,32	51,58	3,02	2,27	2,27	Regular	
9	3+200 - 3+600	Derecho	10,56	52,78	3,08	2,24	2,24	Regular	
		Izquierdo	9,46	47,30	2,82	2,39	2,39	Regular	
10	3+600 - 4+000	Derecho	9,89	49,44	2,92	2,33	2,33	Regular	
		Izquierdo	11,75	58,75	3,36	2,08	2,08	Regular	
11	4+000 - 4+400	Derecho	11,10	55,50	3,21	2,16	2,16	Regular	
		Izquierdo	13,17	65,83	3,69	1,91	1,91	Malo	
12	4+400 - 4+800	Derecho	13,21	66,04	3,70	1,90	1,90	Malo	
		Izquierdo	13,29	66,44	3,72	1,89	1,89	Malo	
13	4+800 - 4+988	Derecho	13,13	65,67	3,69	1,91	1,91	Malo	
		Izquierdo	10,53	52,67	3,07	2,24	2,24	Regular	
PROMEDIO					3,69		1,94	Malo	

Anexo 8

Formato de la encuesta, para aplicar el Modelo Servqual.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

El presente cuestionario forma parte de un proyecto de investigación, tiene como objetivo emplear el modelo SERVQUAL a los usuarios para determinar la calidad de servicio que brindan las vías de segundo orden del cantón Cuenca. Se solicita de la manera más comedida que responda a las preguntas con la mayor sinceridad posible.

Señales a qué lugares de destino le comunican las vías:

Hogar

Trabajo

Centros de educación

Centros de salud

Cultos religiosos

Actividades recreativas

Indique cuantas veces por día realiza uno de los recorridos que se menciona anteriormente.

1-2 veces

3-4 veces

5-6 veces

Más de 7 veces

Marque del 1 al 5 según el nivel de satisfacción en los siguientes ítems (donde 5 indica un nivel muy Bueno y 1 un nivel muy Malo)

PREGUNTAS	5	4	3	2	1
FIABILIDAD					
1. ¿Cuándo se planifica un mantenimiento vial, se lo realiza en la fecha establecida?					
2. ¿Cuándo existen fallas puntuales en la vía (hueco que apareció por el producto de una fuerte lluvia, etc.) se reparan de forma rápida?					
3. Cuando la vía fue pavimentada en qué estado se encontraban.					
SENSIBILIDAD					
4. La planificación del mantenimiento de las vías es socializada con la comunidad.					
5. Considera usted que la limpieza de cunetas en temporada de lluvia se realiza de forma oportuna y rápida.					
6. Si existe un desperfecto en las vías, este se repara inmediatamente o se espera un mayor desgaste para ser intervenido.					
SEGURIDAD					
7. ¿Cuándo se han realizado trabajos como bacheos, la garantía del trabajo es a largo tiempo para no provocar accidentes?					
8. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia para que los vehículos no patinen en épocas de lluvia					
EMPATÍA					
9. Según su apreciación visual. ¿En qué estado se encuentran las vías?					
10. Se siente cómodo al transitar por las vías.					

Nota: este es modelo de la encuesta, por motivos de agilidad para la tabulación de datos se realizó la encuesta con el uso de la aplicación Google forms, se adjunta el enlace del formato de la encuesta realizada para la vía Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) – Chiquintad, siendo el mismo formato para las demás vías de estudio, <https://forms.gle/tssi7Awy21vR12D76>.

Anexo 9

Evidencias Fotográficas de la aplicación de la Encuesta a los usuarios.



Foto 1: Aplicación de la encuesta a los usuarios que usan la Vía Punte Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad



Foto 2: Aplicación de la encuesta a los usuarios que usan la Vía Panamericana Antigua - Llacao



Foto 3: Aplicación de la encuesta a los usuarios que usan la Vía Panamericana (Redondel) - Paccha

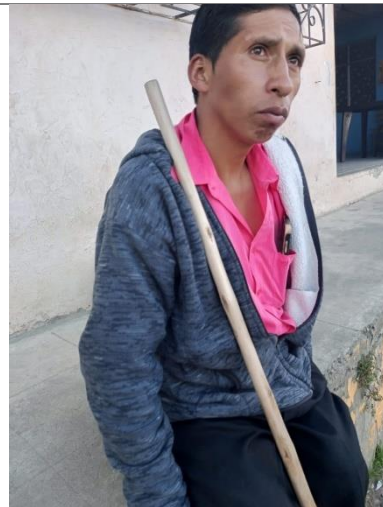


Foto 4: Aplicación de la encuesta a los usuarios que usan la Vía Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel

Nota: esta encuesta se realizó con el uso de la aplicación de Google Forms, y un celular con internet, se ha tomado fotos a las personas entrevistadas con la autorización para el uso de su imagen.

Anexo 10

Resultados del Modelo Servqual.

	Puente Quebrada Fornuyaico (Cuenca) - Chiquintad			Panamericana Antigua - Llaoca			Panamericana (Redondel) - Paccha			Panamericana (Redondel hosp. IESS) – Baguanchi San Miguel		
	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha
Fiabilidad	2,46	2,76	0,30	2,52	2,19	-0,33	2,41	2,48	0,08	2,37	2,69	0,33
1. Cumplir el manteniendo vial en la fecha establecida	2,37	2,44	0,08	2,43	2,07	-0,37	2,53	2,31	-0,22	2,10	2,46	0,35
2. Interés de resolver las fallas de las vías	2,41	2,26	-0,15	2,48	1,93	-0,54	2,39	1,92	-0,47	2,46	2,13	-0,33
3. Estado de las vías al ser pavimentadas.	2,61	3,58	0,96	2,64	2,57	-0,07	2,29	3,22	0,92	2,54	3,50	0,96
Sensibilidad	2,56	2,32	-0,24	2,53	2,03	-0,51	2,61	2,08	-0,54	2,39	2,12	-0,27
6. Socialización sobre la planificación del mantenimiento vial.	2,65	2,21	-0,44	2,58	1,99	-0,59	2,96	2,12	-0,84	2,63	1,98	-0,65
7. En temporada de lluvia la limpieza de cunetas es oportuna y rápida.	2,51	2,72	0,21	2,46	2,26	-0,20	2,37	2,18	-0,20	2,33	2,08	-0,25
8. Disposición de realizar mantenimientos.	2,54	2,03	-0,51	2,57	1,83	-0,74	2,51	1,94	-0,57	2,21	2,29	0,08
Seguridad	2,93	2,40	-0,52	2,97	2,46	-0,51	2,93	2,53	-0,40	2,93	3,19	0,26
10. Garantía de mantenimientos para no provocar accidentes	2,95	2,47	-0,48	3,11	2,44	-0,67	2,78	2,41	-0,37	2,81	3,13	0,31
13. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia.	2,91	2,34	-0,57	2,84	2,49	-0,36	3,08	2,65	-0,43	3,04	3,25	0,21
Empatía	3,16	2,29	-0,87	2,46	2,04	-0,43	2,77	2,62	-0,16	2,91	3,02	0,11
15. Estado de las vías.	3,24	2,58	-0,65	2,46	2,04	-0,42	2,65	2,49	-0,16	2,81	2,83	0,02
18. Comodidad al transitar por las vías.	3,08	1,99	-1,08	2,47	2,04	-0,43	2,90	2,75	-0,16	3,00	3,21	0,21
Total	2,78	2,44	-0,34	2,62	2,18	-0,44	2,68	2,43	-0,25	2,65	2,76	0,11