



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Título del Proyecto:

Evaluación de la edad calculada con la edad real de las vías de segundo orden de la ciudad de
Riobamba

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Barba Cuji Angel Samuel

Macas Cando Joel Darío

Tutor:

Msc. Carlos Sebastián Saldaña García

Riobamba, Ecuador. 2023

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Angel Samuel Barba Cuji, con cédula de ciudadanía 1400889778 y Joel Darío Macas Cando, con cédula de ciudadanía 0605316652, autores del trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA EDAD CALCULADA CON LA EDAD REAL DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, 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, 03 de agosto de 2023.



Barba Cuji Angel Samuel
C.I. 1400889778



Macas Cando Joel Darío
C.I. 0605316652



ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, al 03 de agosto de 2023, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante Angel Samuel Barba Cuji con CC: 1400889778 y Joel Dario Macas Cando con CC: 0605316652, de la carrera **Ingeniería Civil** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"EVALUACIÓN DE LA EDAD CALCULADA CON LA EDAD REAL DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA"**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



Ing. Carlos Sebastián Saldaña García, MSc

TUTOR

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación, **Evaluación de la edad calculada con la edad real de las vías de segundo orden de la ciudad de Riobamba**, presentado por **Angel Samuel Barba Cuji**, con cédula de identidad número **1400889778**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 8 de Noviembre del 2023.

Mgs. Victor Renee Velásquez Benavides

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



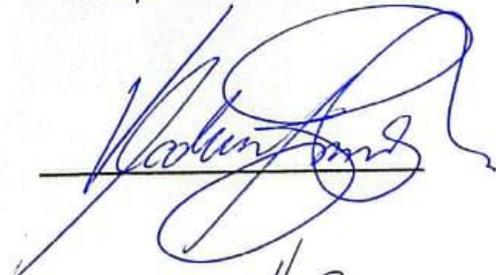
Mgs. Angel Edmundo Paredes García

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Carlos Sebastián Saldaña García

TUTOR





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, Angel Samuel Barba Cuji con CC: 1400889778 y Joel Dario Macas Cando con CC: 0605316652; estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Civil, VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado: " **EVALUACIÓN DE LA EDAD CALCULADA CON LA EDAD REAL DE LAS VÍAS DE SEGUNDO ORDEN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**", cumple con el **2%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 26 de julio de 2023

Ing. Carlos Sebastián Saldano García, MSc

TUTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico primero a Dios por darme la sabiduría y constancia en todo el proceso y a pesar de la aflicción en un inicio su compañía siempre estuvo presente, a mis padres Angel Barba y Elva Cuji siendo aquellos pilares fundamentales en todo el proceso formal, educativo y cristiano, a mis hermanos Rafael, William, Iván, Dámaris y sobrinos Lis, Mateo e Ivanna por su apoyo incondicional en todo mi desempeño formativo y por enseñarme a ser un hombre con idiosincrasia audaz, perseverante y valiente en toda circunstancia, finalmente a mis amigos y colegas que compartimos aquella pasión por la fotografía, ingeniería y construcción.

Angel Samuel Barba Cuji

Quiero dedicar mi proyecto de titulación a mi familia empezando por mis padres Juan Macas y María Cando quienes, gracias a su esfuerzo y apoyo a lo largo todos mis tropiezos y alegrías durante mi trayectoria académica motivando a nunca rendirme por mayor que sea la dificultad que se me presente, aplicando los valores y principios que me enseñaron, a mis hermanos y hermanas Luis, Wilson, Juan, Diego, Jonny, Ronal, Irma, Laura Rosa y Verónica por motivarme a luchar por todas mis metas y sueños, aconsejándome con sus experiencias y virtudes a encaminarme en ser ambicioso en conseguir lo que me propongo sin perjudicar a nadie en el proceso.

A Estefanía Raquel quien ha sido mi amiga incondicional a lo largo de mi vida académica universitaria, quien con sus consejos y animo han hecho que jamás pierda el camino a conseguir mi título universitario.

A mis demás familiares, amigos, que nunca me abandonaron en mi trayectoria académica universitaria, depositando su confianza y fe en mí.

Joel Darío Macas Cando

AGRADECIMIENTO

Expreso un cálido agradecimiento al ingeniero y tutor de investigación el Ing. Carlos Saldaña, MSc. quien fue de gran apoyo en el proceso formativo, compartiendo con su experiencia y profesionalismo, a los docentes de la facultad de ingeniería con quien se intercambiaban grandes vivencias académicas y finalmente a nuestra alma Mater, la poderosa UNACH, institución que me ha enseñado grandes valores académicos y así mismo a enfrentar los retos más complicados con innovación y creatividad.

Angel Samuel Barba Cuji

Quiero agradecer a mis padres y hermanos por apoyarme en todo momento, motivándome a conseguir lo que me propongo y siempre viendo mi bienestar en el ámbito académico y en la salud. A Estefanía Raquel por apoyarme en todo momento con sus consejos y motivación para cumplir con mis metas y sueños.

A la Universidad Nacional de Chimborazo por darme la oportunidad de luchar por mi sueño.

A la carrera de Ingeniería Civil y los docentes que la conforman por brindarme los conocimientos requeridos con valores y principios académicos y profesionales.

Quiero agradecer a mi tutor Ing. Carlos Saldaña por ser parte de mi proyecto de titulación y haberme brindando todo su conocimiento en el desarrollo de este, y por darme la oportunidad recibir sus consejos y recomendaciones para ejercer de manera justa mi profesión.

Joel Darío Macas Cando

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	13
1.1 Antecedentes	13
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo General.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos	15
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Estado de arte	15
2.2 Marco conceptual	16
2.2.1 Serviciabilidad de pavimentos.....	16
2.2.2 Índice de rugosidad del pavimento (IRI)	17
2.2.3 Relación entre la serviciabilidad y el IRI	19
2.2.4 Modelo SERVQUAL	19
2.2.5 Edad del pavimento	20
2.2.6 Correlación entre las variables IRI y Servqual	20
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipo de investigación	22
3.2 Diseño de investigación	23

3.3	Técnicas de recolección de datos	23
3.4	Población de estudio y tamaño de muestra	24
3.4.1	Muestreo para las aplicaciones de estudio.....	24
3.4.2	Muestreo para las aplicaciones del modelo Servqual.....	25
3.4.	Hipótesis.....	25
3.5.	Métodos de análisis y procesamiento de datos.....	26
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1	Resultados	27
4.2	Discusión.....	37
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1	Conclusiones	38
5.2	Recomendaciones.....	39
6.	BIBLIOGRAFÍA	41
7.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Escala de índice de serviciabilidad	16
Tabla 2	Clasificación de equipos de medición de rugosidad	17
Tabla 3	Tablas de vías de segundo orden del cantón Riobamba	24
Tabla 4	Numero de muestras para las vías de estudio	25
Tabla 5	Valores de IRI parciales en relación al IRI promedio.....	29
Tabla 6	Serviciabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional	30
Tabla 7	Correlación de Pearson entre el método PSI y modelo Servqual	33
Tabla 8	Edad del pavimento real según la última rehabilitación	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama del proceso metodológico.....	22
Figura 2 Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones en forma consecutiva tramo vial Calpi – San Juan.....	27
Figura 3 Histograma de frecuencias eliminando el 5% de datos.....	28
Figura 4 Resultados de la dimensión Fiabilidad.....	30
Figura 5 Resultados de la dimensión Sensibilidad.....	31
Figura 6 Resultado de la dimensión Seguridad.....	31
Figura 7 Resultado en la dimensión Empatía.....	32
Figura 8 Percepciones de la dimensión de fiabilidad y ecuación de la curva.....	33
Figura 9 Percepciones de la dimensión de Sensibilidad y ecuación de la curva.....	34
Figura 10 Percepciones de la dimensión de seguridad y ecuación de la curva.....	
Figura 11 Percepciones de la dimensión de empatía y ecuación de la curva.....	35
Figura 12 Modelo de gestión PSI - Costa Rica.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías de segundo.....	43
Anexo 2 Evidencia del ensayo en todo el estudio vial (Rugosímetro de Merlín) realizado en las vías de segundo orden del cantón Riobamba.....	43
Anexo 3 Hoja de campo para el ensayo de Merlín en las vías de segundo orden del cantón Riobamba.....	46
Anexo 4 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Calpi – San Juan.....	47
Anexo 5 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía San Luis - Punin.....	48
Anexo 6 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Cacha - Yaruquies.....	50
Anexo 7 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Quimiag – Cubijies.....	51
Anexo 8 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Licto - Riobamba.....	53
Anexo 9 Formato de Encuesta Servqual aplicada a usuarios del cantón Riobamba.....	55
Anexo 10 Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta.....	57
Anexo 11 Tabulación encuestas Expectativa - Percepción.....	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo comparar la edad calculada bajo parámetros de diseño versus la edad real del pavimento existente de las vías de segundo orden de la ciudad de Riobamba. Evidentemente las diferentes entidades competentes del área de mantenimiento y conservación vial que analizan las condiciones físicas sobre el estado de la capa de rodadura, bajo criterios técnicos y estratégicos para evitar el envejecimiento a causa del deterioro de los pavimentos flexibles; de la misma manera la percepción de los usuarios de la localidad no es considerada directamente, debido a la falta de parámetros técnicos.

En el proceso de recolección de datos se consideró cuatro tipos de técnicas: revisión investigativa, ensayo del rugosímetro de Merlín, realización de encuestas y la comparación de edad calculada con la edad real de los pavimentos. Luego de interpretar los resultados del método PSI y modelo Servqual se obtuvo la correlación del coeficiente de Pearson dando como resultado una correlación lineal positiva fuerte de 0.982. A continuación, se expone un modelo de predicción tomando en cuenta cuatro dimensiones del modelo Servqual en relación con los valores críticos del IRI para poder determinar la edad promedio de la vía según los modelos de gestión existentes.

Palabras claves: Edad de pavimento, método PSI, Merlín, correlación Pearson, modelo Servqual

ABSTRACT

This research aimed to evaluate and compare the age calculated about design parameters versus the actual period of pavement of the second-class roads in Riobamba city. The different competent entities around road maintenance management and conservation that analyze the physical conditions of the state in the road surface, under technical and strategic criteria to avoid aging due to the deterioration of asphalt pavements; in like manner, the perception of users of the locality needs to be directly considered due to the lack of technical parameters.

In the data collection process, four types of techniques were considered: investigative review, testing of the Merlin Road roughness machine, conducting surveys, and comparing the calculated age with the actual age of the pavements. After interpreting the results of the PSI method and the Servqual model, the scale correlation of the Pearson coefficient was obtained, resulting in a very high correlation of 0,982. Next, a prediction model is presented considering four dimensions of the Servqual model about the critical values of the IRI to determine the average age of the road according to the existing management models.

Keywords: Pavement age, PSI method, Merlin, Pearson correlation, Servqual model.



Reviewed by:

Mgs. Sofia Freire Carrillo

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604257881

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Riobamba es un cantón e la provincia de Chimborazo en la Republica del Ecuador, tiene una superficie de 978 km², Delimitada al norte por la provincia de Tungurahua, al sur por los cantones Colta y Guamote, al este por la provincia de Morona Santiago, al oeste por la provincia de Bolívar (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba 2023).

La ciudad de Riobamba está conectada con los demás cantones de la provincia de Chimborazo por medio de las vías de segundo orden, quienes son las encargadas de la comunicación entre varios cantones con sus respectivos GADS y a su vez con vías de primer orden. La comunicación que permite las vías de segundo orden ayuda en el desarrollo social y económico de los cantones conectados por las mismas (Ministerio de Transporte, 2020).

Las vías o carreteras son muy importantes ya que son las encargadas del tránsito vehicular y peatonal, en diferentes zonas del Ecuador, en donde intercomunican a las diferentes provincias del país por medio de sus capitales, cabeceras cantonales y en los puertos con destino internacional que pueden contar con la aduana o sin ella, por eso los usuarios pueden transitar por las vías por el gran impacto que generan en el desarrollo del pueblo (Bentancourt, 2014).

El usuario a simple vista puede determinar el estado operacional en el que se encuentra la vía, observando a momento de transitar por la vía el confort y seguridad. Las vías de circulación terrestre del país son bienes nacionales de uso público, y quedan abiertas al tránsito nacional e internacional de peatones y vehículos motorizados y no motorizados, de conformidad con la Ley, sus reglamentos e instrumentos internacionales vigentes (Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial , 2016).

El método que utilizada dos variables para determinar la relación entre estas es la correlación de Pearson, en donde la relación de estas variables puede ser de una manera directa perfecta e indirecta perfecta. Según lo establecido por el método para una mayor facilidad de la utilización del método de correlación entre variables (Datos por el MTOP, Modelo Servqual y Método IRI), en futuras investigaciones se espera ampliar los datos obtenidos en la presente investigación (Lalinde, 2018).

1.2 Planteamiento del problema

En la ciudad de Riobamba, existen varias vías que reflejan un mayor desgaste al estado de servicio de diseño, sin embargo, no se han ejecutado los debidos mantenimientos, en consecuencia, los usuarios presentan un malestar al transitarlas ocasionando un mayor desgaste en las vías bajando drásticamente la calidad de servicio en lo que corresponde a una vía. Se pretende conocer la edad real del pavimento y una de las maneras en conocer es respecto a la expectativa de los transeúntes, siendo aquellos que conocen la condición y a su vez puedan calificar de tal manera que cumpla con los requerimientos favorables según los usuarios. Se ha creado la siguiente interrogante: ¿Cuál es la edad que tiene los pavimentos en función de los indicadores PSI e IRI del pavimento flexible y a su vez la relación entre la edad real y la edad calculada en las vías de Riobamba?

1.3 Justificación

La presente investigación se enfoca en la evaluación respecto a las condiciones físicas sobre el estado de la capa de rodadura, a su vez hacer un hincapié en comparar la edad del pavimento de tal manera que esta información permitirá que los organismos encargados en departamentos de gestión vial cuenten con un presupuesto reducido para atención y mantenimiento de vías.

Al obtener dicha información de estudio en costo elevado que incluye equipo y mano de obra, se anhela establecer una relación para conocer la edad del pavimento entre el método técnico – PSI y la apreciación de los usuarios – Servqual.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Comparar la edad calculada con la edad real del pavimento existente de las vías de segundo orden de la ciudad de Riobamba.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Calcular el método PSI en función del índice de rugosidad IRI a través del rugosímetro de Merlín.
- Emplear el modelo Servqual con los usuarios de las vías de segundo orden del cantón Riobamba.
- Estimar la edad del pavimento en función de los indicadores calculados.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

El envejecimiento del cemento asfáltico se considera como una causa del deterioro continuo de los pavimentos de flexibles, que se da conocer como desprendimientos del agregado pétreo y específicamente en la pérdida de la capa de rodadura.

La perspectiva de los transeúntes es esencial en la gestión vial, debido a la serviciabilidad y óptimas condiciones que se encuentran para lograr un mejor desarrollo socioeconómico, turístico y comunicacional entre una población con otra. (Chávez & Hernández, 2009)

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Serviciabilidad de pavimentos

El objetivo de la serviciabilidad de un pavimento consiste en dar seguridad y confort por medio de un valor, que dependerá del movimiento de un vehículo. La evaluación de un pavimento por serviciabilidad (PSI) está en el rango de 0 a 5, si su valor es 0 significa que está en un deterioro notable, en donde se puede ver de manera visual, por el contrario, si el valor es 5 nos da a entender que el pavimento se encuentra sin deterioro en otras palabras se encuentra en un buen estado (Ibañez, 2022).

Tabla 1 Escala de índice de serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad (PSI)	Clasificación
5 – 4	Muy Buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy Mala

Fuente: (Ibañez, 2022)

Evaluación funcional del pavimento

El pavimento cuenta con un deterioro constante y esto depende de la vida útil del mismo a esto se lo conoce como la evaluación funcional de un pavimento que se sabe en los criterios de confort y seguridad, estableciendo condiciones para el futuro comportamiento sin comprometer la parte estructural del pavimento. Debido a los efectos del tráfico y el clima, la capa superficial cambiará, causando mal funcionamiento, creando congestión, creando inseguridad y falta de comodidad para los usuarios (Alvarez, 2022).

2.2.2 Índice de rugosidad del pavimento (IRI)

IRI se define como la relación de movimiento acumulativo entre masas amortiguadas y no amortiguadas. IRI es una medida de rugosidad estandarizada asociada con un instrumento o Sistema de Medición de Rugosidad Reactivos (RTRRMS), Unidad Recomendada: w/ Kilómetros (m/km) o milímetros equivalentes por metro (mm/m) (NEVI, 2012).

Clasificación de equipos para medir la rugosidad

Existen diferentes formas de medir la rugosidad de la superficie de los pavimentos, la más utilizada alrededor del mundo es la recomendada por el banco mundial que considera 4 categorías:

Tabla 2 Clasificación de equipos de medición de rugosidad

Categoría	Definición	Equipos
Perfiles de precisión. (tipo 1)	se basan en mapas o mediciones a gran altura de perfiles de terreno precisión, estos métodos se consideran los más precisos para medir y determinar el IRI.	<ul style="list-style-type: none">• Perfilómetro TRRL beam• Mira y nivel de precisión (Rod and Level)
Otros recursos profilométricos. (tipo 2)	Los perfiles longitudinales deben medirse, con un nivel de precisión más bajo que en la primera categoría. Este método utiliza un perfilador de alta velocidad o un equipo de medición estática tipo 1 similar.	<ul style="list-style-type: none">• Perfilómetro APL Tráiler• Perfilómetro GMRtype (Inertial Profilometer)

Medidores de rugosidad de tipo respuesta (RTRRMS). (tipo 3)	Método para estimar el IRI usando una ecuación relacionada llamada "tipo de respuesta". El sistema de medición de aspereza de la carretera sensible (RTRRMS) determina la aspereza al detectar pausas en el movimiento del tractor.	<ul style="list-style-type: none"> • Mays Meter (Norteamericano). • Bump Integrator (Inglés). • NAASRA Meter (Australiano).
---	---	--

Clasificaciones subjetivas y mediciones no calibradas. (tipo 4)	Los datos de rugosidad no necesitan de una alta precisión o ningún dato preciso en absoluto. En este caso, se puede realizar una evaluación subjetiva basada en la experiencia previa de pesaje o en la inspección visual. De hecho, los equipos no calibrados son un método de Categoría 4.
---	--

Fuente: (Alvarez, 2022)

Evaluación del IRI con el rugosímetro Merlín

El rugosímetro de merlín fue creado y diseñado por el instituto británico MERLIN, este fue creado para medir la regularidad del pavimento por medio de un desplazamiento vertical, y este se lo ejecuta de manera manual, en donde ocurre una desviación con respecto a la cuerda intermedia en donde se recomienda medirá 200 mediciones por medio de esta, este proceso debe ser a lo largo de la vía de una forma continua (Hernandez, 2018)

Para calcular el IRI a partir de los datos obtenidos con el rugosímetro merlín se utilizan las expresiones (Rodríguez, 2019):

$$\text{Cuando } 2,4 < IRI < 15,9, \text{ entonces el } IRI = 0,593 + 0,0471 D$$

$$\text{Cuando } IRI < 2,4, \text{ entonces el } IRI = 0,0485 D$$

Donde:

D = Rugosidad del pavimento en unidades de merlin

2.2.3 Relación entre la serviciabilidad y el IRI

Se conoce a la serviciabilidad permite dar comodidad a los vehículos y bajo cálculos se considera en condición de muy buena a muy mala, esto a debido a que se determinó un IRI para cada tramo con una longitud de 400m a lo largo del tramo vial, teniendo un IRI total promedio según la ecuación mencionada por Rodríguez (2019). También, se determinó un PSI para cada IRI, teniendo un PSI promedio total esta se obtiene mediante dos ecuaciones donde la primera muestra una inconsistencia y alteración en el resultado mientras que la segunda ecuación bajo el autor Al-Omar y M.I Darte, la cual aplica este modelo en pavimentos flexibles y rígidos según la información normada que cuenta en cada país.

$$PSI = 5 * e^{(0.26*IRI)}$$

Donde:

e = Base de logaritmo natural

IRI = Índice de Rugosidad Internacional

PSI = Índice de Serviciabilidad Presente

2.2.4 Modelo SERVQUAL

El modelo Servqual es utilizado para medir la calidad de los servicios, en donde se obtiene las experiencias y apreciaciones de las personas en base al servicio analizado dejando con mayor claridad el mismo (López, 2023)

En la ingeniería Civil es poco aplicable el modelo Servqual por lo que se tomó en cuenta el modelo presentado por (Colcha, 2022) en donde toma en cuenta las dimensiones de la Fiabilidad, Seguridad, Sensibilidad y Empatía.

El modelo presentado proporciona las expectativas y percepciones que tienen los usuarios con respecto a las vías de segundo orden del cantón Riobamba.

2.2.5 Edad del pavimento

Un pavimento ha recibido propiedades que ayudan que la vida útil se la adecuada, para esto se han realizado varios estudios que han aportado a determinar su edad, por lo general este puede tener una vida útil de 20 años, pero el servicio en si dura entre 8 y 12 años, debido al deterioro que ha sufrido el pavimento, a su vez este se puede notar a simple vista o por medio de modelaciones que ayuda (Lituma, 2022)

Modelo utilizado

Para medir la edad de un pavimento existen varios modelos como el de Chile, Colombia y Costa Rica, en donde cada uno de estos propone de manera diferente la determinación de la edad, por medio de ecuaciones, número estructural y ábacos.

El modelo utilizado para la presente investigación es el modelo de Costa Rica quien presenta un Abaco en donde mediante el PSI se determina la edad del pavimento y este cuenta con estudios ya normalizados en dicho país, en donde el Abaco es utilizado para medir la edad de todos los pavimentos de Costa Rica. El alcance propuesto no supone el uso del número estructural por este motivo se descartó los modelos de Chile y Colombia quienes no cuentan con un Abaco normalizado y utilizan otras variables para el cálculo de la edad.

2.2.6 Correlación entre las variables IRI y Servqual

En anteriores investigaciones de (Colcha, 2022) y (Lara, 2023) determinaron que existe una relación directa entre el IRI y Servqual, en donde nos recomiendan ampliar los datos recolectados, gracias a esto el coeficiente de Pearson es más legible.

En esta investigación se determinó el coeficiente de Pearson mediante las siguientes ecuaciones:

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

Donde:

σ_{xy} = Covarianza

S_x = Desviación típica en X

S_y = Desviación típica en Y

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

Donde:

σ_{xy} = Covarianza de la variable X con Y

$(X - \bar{X})$ = Diferencia de los datos X con relación a su media

$(Y - \bar{Y})$ = Diferencia de los datos Y con relación a su media

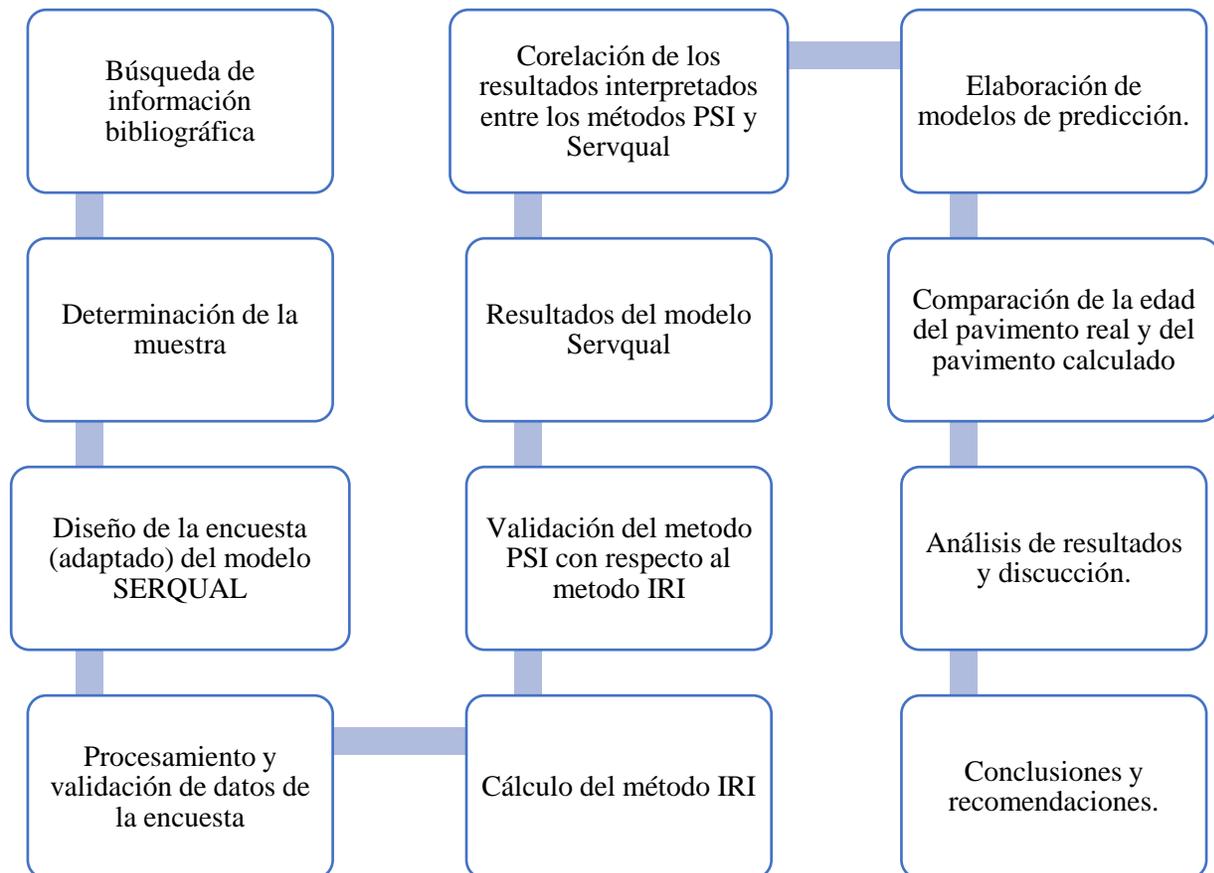
n = Cantidad total de datos

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

Siguiendo los lineamientos de la investigación con base al objetivo propuesto se desarrolló el tipo de investigación con enfoque cuali - cuantitativo, debido a la naturaleza de los datos y la información presentada, en este tipo de investigación se utilizó los datos equivalentes a una medición de la Serviciabilidad y Rugosidad del pavimento para en los posterior interpretar sus respectivos datos conocer sus edad de pavimento calculado de las vías de segundo orden del cantón Riobamba; en la figura 1, se presenta el diagrama del proceso metodológico.

Figura 1 Diagrama del proceso metodológico



3.2 Diseño de investigación

Se considera un estudio de diseño de investigación no experimental - transversal, porque se obtienen los datos de una forma directa y a su vez no se manipula el análisis de las variables, además, el fenómeno en su forma natural se realiza a través de la medición, observación y el registro de los datos en un cierto tiempo.

3.3 Técnicas de recolección de datos

A través de un proceso de investigación minuciosa en documentos tales como: artículos científicos, proyectos investigativos repositorios científicos y portales web de la entidad gubernamentales como el GADP Chimborazo y MTOP. Con aquella información se pudo interpretar de una mejor manera técnica la condición del estado vial con la ayuda de los métodos Servqual y la correlación PSI e IRI.

Además, una buena parte de la información se obtuvo del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba, ya que algunos tramos viales corresponden al sector rural del cantón mencionado.

un trabajo de campo para la recolección de los datos, en el cual se maneja mediante tres técnicas de una manera directa: la técnica de revisión de documentos que permitió obtener información sobre la longitud de las vías de segundo orden correspondiente al cantón Riobamba y a su vez una revisión bibliográfica del tema que se va a desarrollar; la técnica de observación donde fue proceso de reconocimiento de las vías donde la información fue obtenida mediante hojas de campo utilizados en los diferentes métodos Servqual, PSI e IRI que aplica en los pavimentos flexibles. Finalmente se ejecutó la técnica de las encuestas para evaluar la edad y calidad que presenta las vías de segundo orden según la percepción y expectativa que tiene el usuario.

En lo posterior se empieza recolectando los datos ensayando con el rugosímetro de Merlín, dicho instrumento permite medir la rugosidad del pavimento, donde el proceso consta en tomar 200 datos como muestra en una longitud de 400 metros, repitiendo el proceso en la distancia del trayecto vial

Luego se procede a calcular el índice de serviciabilidad bajo el modelo propuesto por Al-Omar y M.I Darte, donde permite relacionar una ecuación entre la rugosidad del pavimento IRI con el PSI.

Además, se recopila e interpreta la encuesta (adaptado) del modelo Servqual, misma que permite conocer la calidad de servicio hacia los usuarios sobre las vías asfaltadas que se ensayaron en las vías de segundo orden, cabe recalcar que aquel método Servqual toma en cuenta la expectativa y percepción por parte de los usuarios. Previamente se conoce el número de encuestados mediante un muestro de población no finita para realizarlas en las parroquias rurales una vez ya ejecutadas se pueda procesar los datos para poder determinar el Índice de Serviciabilidad del Pavimento.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

3.4.1 Muestreo para las aplicaciones de estudio

Para la obtención de muestra se procede a tomar las vías de segundo orden en pavimentos flexibles del cantón Riobamba, donde las más concurridas como muestra la tabla 3.

Tabla 3 Tablas de vías de segundo orden del cantón Riobamba

Nombre de la Vía	Distancia (Km)
Calpi - San Juan	6
San Luis - Punín	8.25
Cacha - Yaruquíes	6
Quimiang – Cubijés	6.38
Licto – Riobamba	10
Total	36.6

3.4.2 Muestreo para las aplicaciones del modelo Servqual

Durante la realización de esta investigación se consideró a los habitantes que residen alrededor de las vías de estudio. Se puede encontrar el tamaño de muestra universal donde se realizó un muestreo de población no finita diseñada por Murray y Larry (2005). En el análisis de estudio se conoció una población estimada es 46.450 habitantes (ver anexo 1). El resultado de la muestra es de 382. Se repartió el número de encuestas con relación a la cantidad de habitantes según la tabla 4, que existía respectivamente por cada una de las vías que corresponde a las parroquias del cantón Riobamba.

Tabla 4 Numero de muestras para las vías de estudio

Nombre de la Vía	Distancia (Km)	Encuestas
Calpi - San Juan	6.00	78
San Luis - Punín	8.25	135
Cacha - Yaruquíes	6.00	32
Quimiang – Cubijíes	6.38	54
Licto – Riobamba	10.00	83
Total	36.6	382

3.4. Hipótesis

En esta investigación podemos decir que, si existe una relación entre la serviciabilidad obtenida a través del método PSI con la obtenida en el modelo Servqual, se puede conseguir una manera más económica y rápida de evaluar la serviciabilidad que posee una vía para luego verificar su edad calculada de las vías de segundo orden del cantón Riobamba,

3.5. Métodos de análisis y procesamiento de datos

Para procesar los datos recopilados en el ensayo del rugosímetro misma que fue guiada por la base manual de usuario de Merlín (Rodríguez 1999), en aquel proceso se tiene en cuenta el valor del rango que está en el ancho del histograma “D” donde se empieza en unidades de Merlín luego se transforme en unidades de rugosidad [mm/km]. Cabe recalcar que para emplear la ecuación del método IRI se debe conocer el rango para la ocupación de la ecuación tanto en valores altos y bajos, mismas que fue realizada por Al-Omar y M.I Darte en la vías de segundo orden del cantón Riobamba.

Al procesar las encuestas del modelo Servqual se tomó 4 dimensiones las cuales fueron: Fiabilidad, Sensibilidad, Seguridad y Empatía, mismas que fueron interpretados mediante grafica de barras bajo su respectivo análisis; para en lo posterior se procedió a validar el análisis según el coeficiente de Alfa de Cronbach dando como resultado de 0.7305 en las expectativas y un 0.7198 en las percepciones dando a conocer que el nivel de confianza es favorable según los resultados.

Luego de conocer los resultados del análisis en el método PSI y a su vez en de método Servqual se realiza la correlación línea para ellos se emplea la prueba del coeficiente de Pearson en donde se obtuvo un resultado de 0.982 bajo los indicadores de aquel coeficiente de correlación interpretando dos variables, la variable x siendo la desviación estándar del método PSI y la variable y siendo la desviación estándar del modelo Servqual. Y así mismo realizar los modelos de predicción de cada dimensión mencionada.

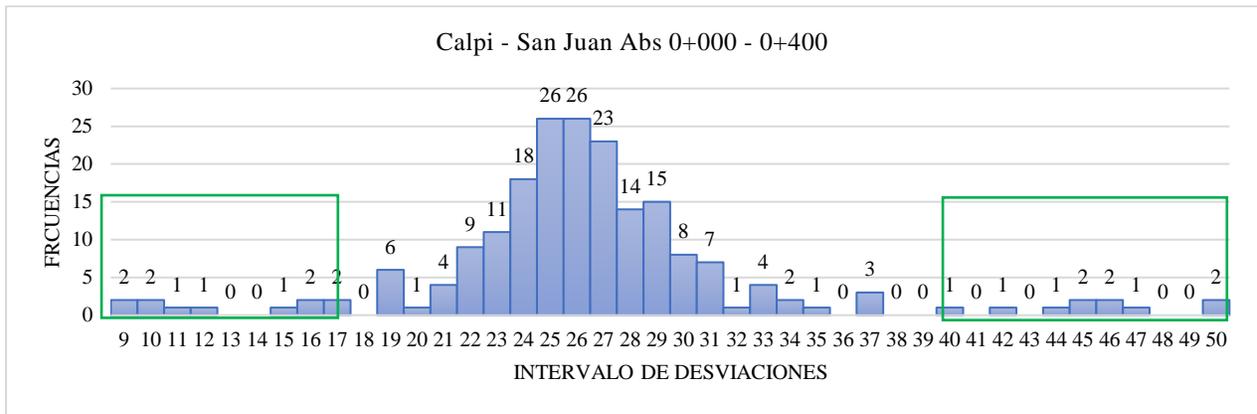
Una vez conocido aquellos cálculos se procede a analizar la edad calculado del pavimento tomando como modelo de gestión de edad de los pavimentos según (Valverde y Barrantes, 2018) respecto a los Rangos del índice de regularidad internación y su impacto en las Ventanas de operación en Costa Rica. De tal manera que para conocer año como dato real se ingresa como en

la gráfica con los resultados obtenidos en el método PSI, para luego para interpretación obtener la edad calculado de cada tramo vial.

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Figura 2 Histograma de la distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones en forma consecutiva tramo vial Calpi – San Juan

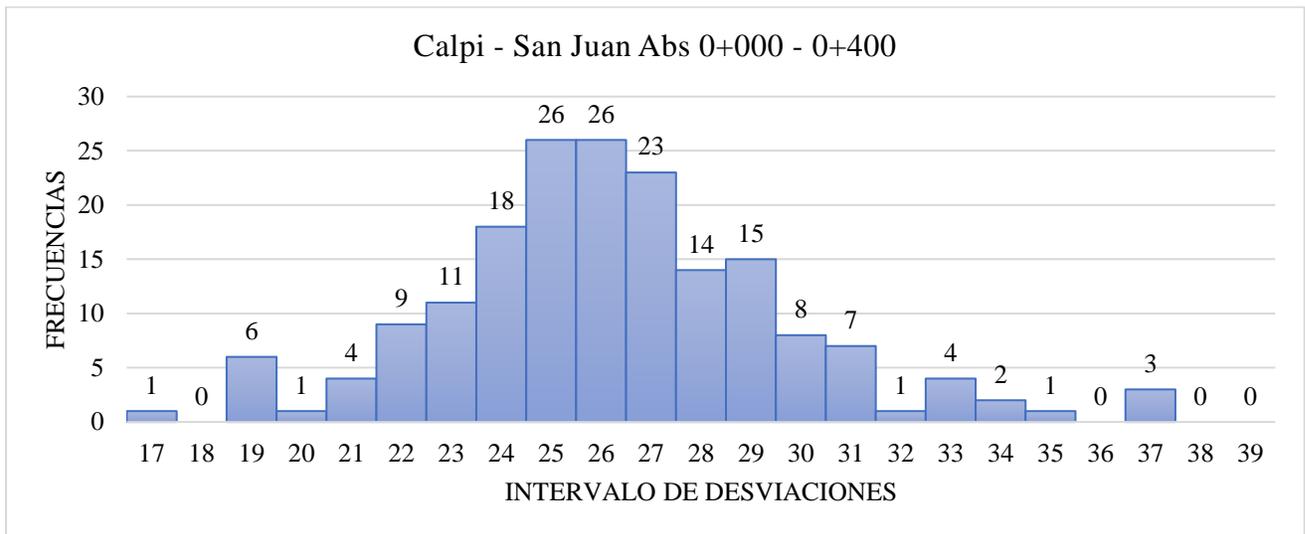


Se procede a tabular los datos obtenidos (ver anexo 3). Se presenta el cálculo del IRI en el primer tramo de vía (Abs. 0+000 – 0+400) de la vía Calpi – San Juan. Luego se colocan los datos en forma de histogramas obtenemos lo que se denomina campana de Gauss (ver figura 2).

Tomando en cuenta lo que nos menciona el manual del rugosímetro de Merlín, podemos decir que los resultados son muy confiables. (Rodríguez 1999).

Para encontrar el valor D tenemos que eliminar (10 datos) de cada extremo, los cuales representan el 5% de las 200 desviaciones (ver figura 3). Luego de obtener la gráfica sin el 5% de cada uno de los extremos, se procede a realizar el cálculo del ancho del histograma teniendo un valor de $D = 112.5$ [mm] para luego obtener el valor del IRI aplicando la ecuación que menciona (Rodríguez, 2019) de un valor de 5.892 [m/km]. Y posterior a ello con el IRI calculado se correlaciona con el PSI tomando en cuenta las ecuaciones propuestas por (Hurtado 2016), teniendo un valor de 1.07 [-].

Figura 3 Histograma de frecuencias eliminando el 5% de datos



La ecuación que se elige es la segunda del modelo desarrollado por Al-Omar y M.I Darte, ya que representa valores más acordes a la Serviciabilidad que se observa en campo. Este proceso se aplicó para todos los tramos de cada una de las vías de estudio. Como se observa en el anexo 04

Además, se desarrolló la obtención del IRI parcial por cada muestra de 400 datos que se apreció una ligera irregularidad por los diferentes factores como: mantenimientos periódicos, obras de abastecimiento de agua potable, entre otros. Los valores del IRI tienden a variar sus cálculos de acuerdo a los sentidos tanto derecho como izquierdo del valor del IRI promedio.

Tabla 5 Valores de IRI parciales en relación al IRI promedio

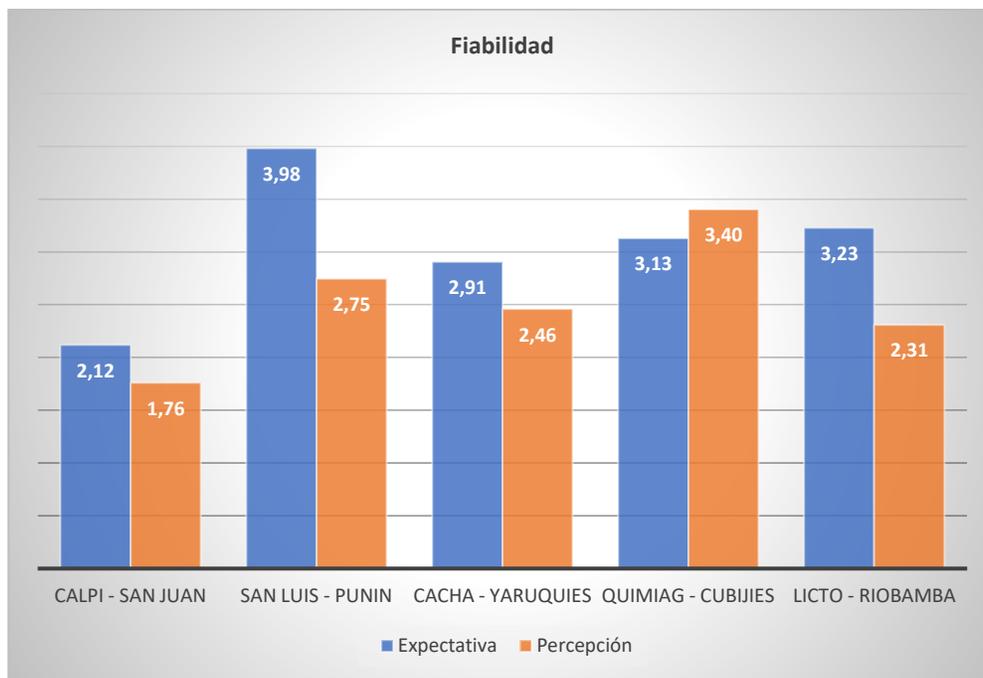


Tabla 6 Serviciabilidad presente a partir del índice de rugosidad internacional

Nombre de la vía	IRI	PSI	Estado
Calpi - San Juan	3.63	1.99	Malo
San Luis - Punin	1.98	3.02	Bueno
Cacha - Yaruquies	2.18	2.91	Regular
Quimiag - Cubijies	1.55	3.37	Bueno
Licto - Riobamba	2.21	2.89	Regular

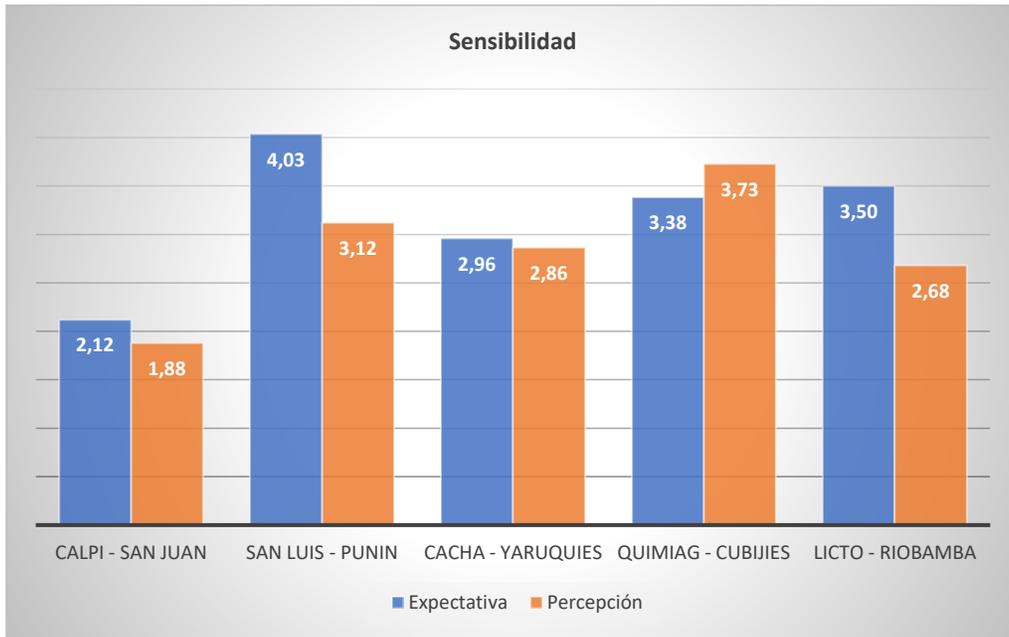
En la Tabla 6, se aprecia los resultados tanto del índice de rugosidad internacional y el índice de serviciabilidad ensayadas en las vías de segundo orden del cantón Riobamba.

Figura 4 Resultados de la dimensión Fiabilidad



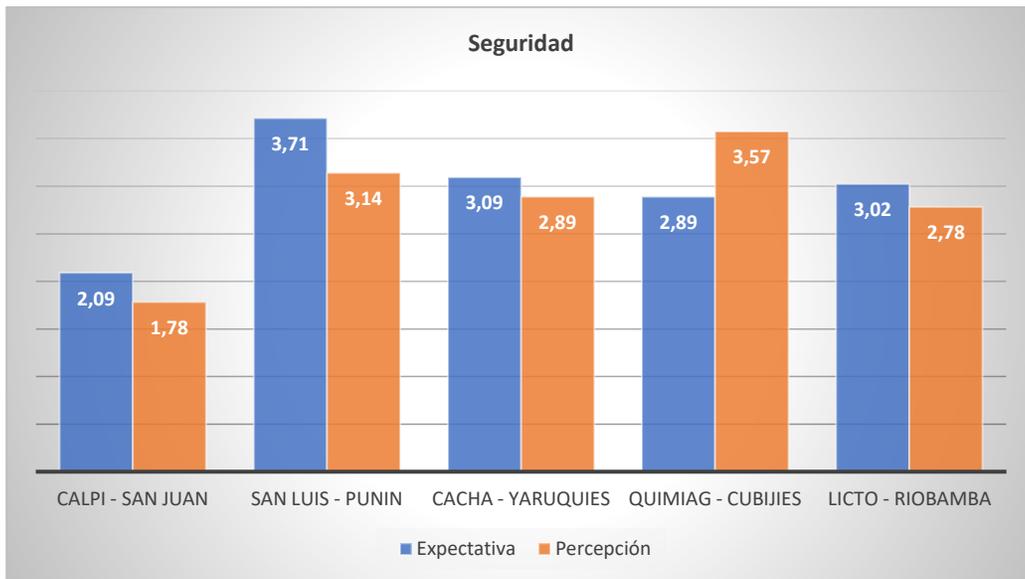
En la figura 4, se puede visualizar que el parámetro expectativas son más elevadas a las percepciones, de tal manera que aquella dimensión de fiabilidad no cumple según el criterio de los usuarios; sin embargo, la vía Quimiag - Cubijies cumple de una manera favorable la dimensión mencionada. Se puede comprender que la dimensión fiabilidad no se cumple en las vías ejecutadas, una de las causas puede darse por un mantenimiento en su estudio respectivo.

Figura 5 Resultados de la dimensión Sensibilidad



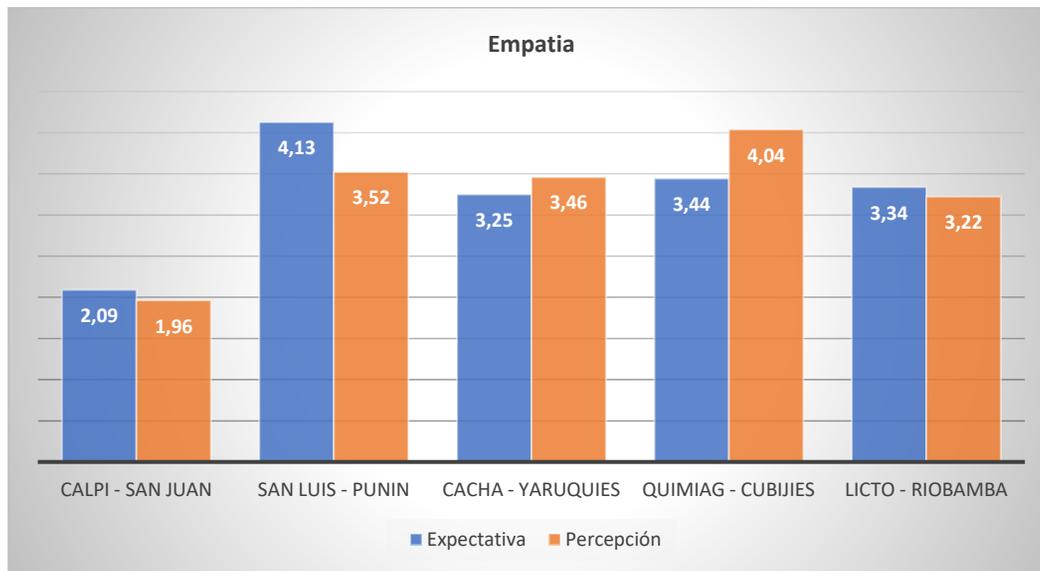
En el desarrollo de la figura 5, la vía Quimiag – Cubijies cumple con la dimensión de sensibilidad. Lo que nos da a conocer que los requerimientos y problemas de las otras vías no son atendidos con el debido tiempo.

Figura 6 Resultado de la dimensión Seguridad



En la Figura 6, se conoce que la vía Calpi – San Juan, se encuentra en mal estado, según lo perciben los usuarios. Esto se debe a la inexistencia de un mantenimiento periódico, lo que lleva a que la vía se vaya deteriorando cada vez más.

Figura 7 Resultado en la dimensión Empatía



La siguiente interpretación de la figura 7, todas las vías son favorables respecto a la movilidad; sin embargo, la vía Calpi – San Juan, los usuarios dan a conocer un descontento por la falta de mantenimiento en aquel tramo vial por parte de las entidades pertinentes.

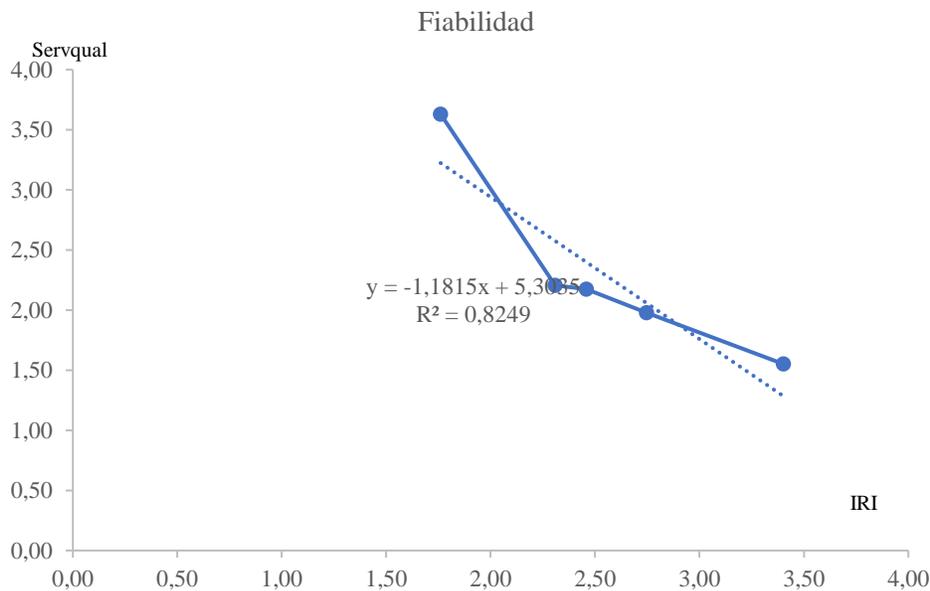
Luego de analizar los resultados del método PSI y modelo Servqual, se procede a realizar la respectiva correlación aplicando el coeficiente de Pearson, tomando en consideración que la primera variable es el método PSI y como segunda variable el parámetro percepciones que se obtuvieron del modelo Servqual. Cuyos resultados se presentan en la tabla 7 observando que existe una correlación fuerte lo cual demuestra que una de estas variables puede ser expresada como una función de la otra.

Tabla 7 Correlación de Pearson entre el método PSI y modelo Servqual

Nombre de la Vía	X (Valor del Método PSI)	Y (Valor del Modelo Servqual)	(X-X _{prom})	(Y-X _{prom})	(X-X _{prom})*(Y-X _{prom})
Calpi - San Juan	1.993	1.846	-0.844	-1.011	0.853
San Luis - Punin	3.02	3.13	0.181	0.273	0.049
Cacha - Yaruquies	2.914	2.878	0.078	0.020	0.002
Quimiag - Cubijies	3.368	3.685	0.532	0.828	0.440
Licto - Riobamba	2.89	2.75	0.053	-0.109	-0.006
Promedio	2.836	2.858	Total →		1.339
Desviación estándar X		0.509	r →		0.335
Desviación estándar Y		0.670	Valor de la relación		0.982

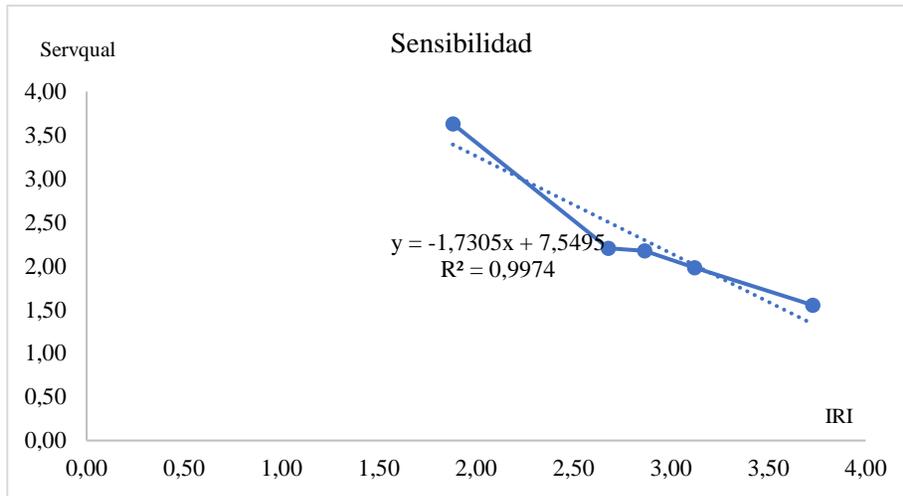
El resultado obtenido mediante la correlación de Pearson es de 0.982, este resultado nos muestra que las variables están vinculadas de manera directa

Figura 8 Percepciones de la dimensión de fiabilidad y ecuación de la curva



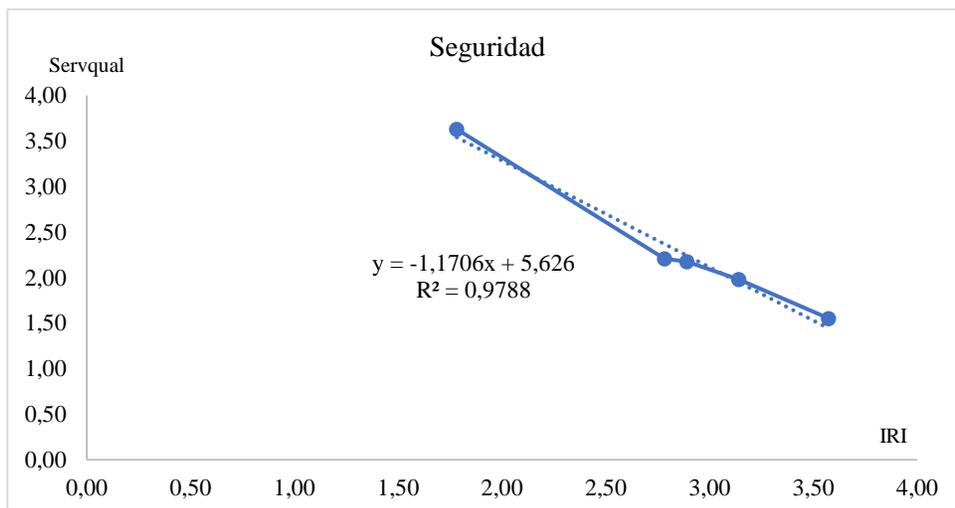
En la figura 8, se observa que existe una relación con una ecuación lineal casi perfecta. Donde se procede a utilizar el modelo Servqual en el rango de valores que muestra la figura reciente. A pesar de que, se encuentre un poco alejados las intercesiones de los dos modelos tiende a estar dentro del modelo de predicción respectivo.

Figura 9 Percepciones de la dimensión de Sensibilidad y ecuación de la curva



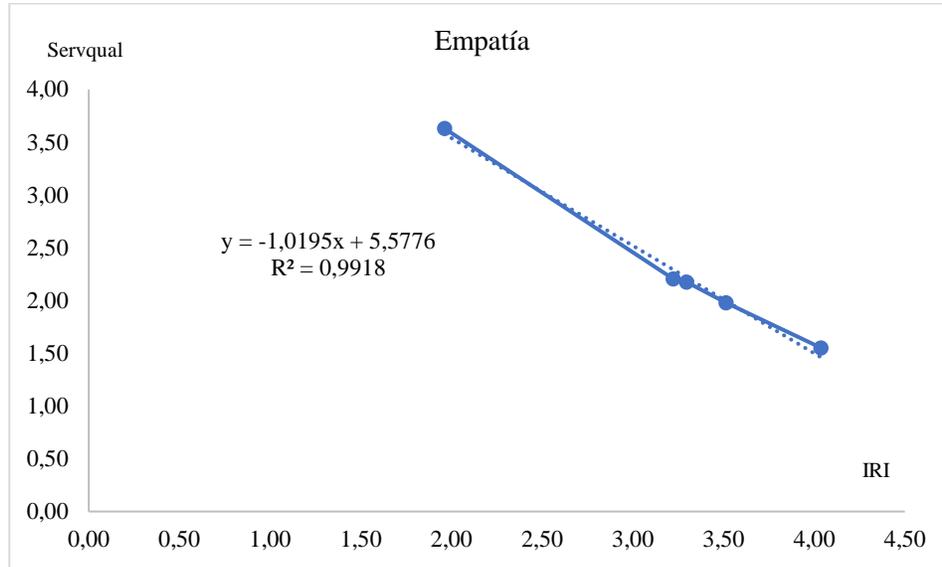
En la dimensión de Sensibilidad tienes valores apreciables en el caso del modelo Servqual va en una relación de 1.88 a 3.73; mientras que en el método IRI los valores tienen de descender de 3.63 a 1.55 de una manera constante, pero cumpliendo con el rango de análisis establecido.

Figura 10 Percepciones de la dimensión de seguridad y ecuación de la curva



Se puede apreciar en esta grafica la dimensión de Seguridad, que la ecuación línea tiende a estar más cerca, dando entender que las dos variables tienden a estar muy cercanas dando un modelo de predicción favorable.

Figura 11 Percepciones de la dimensión de empatía y ecuación de la curva

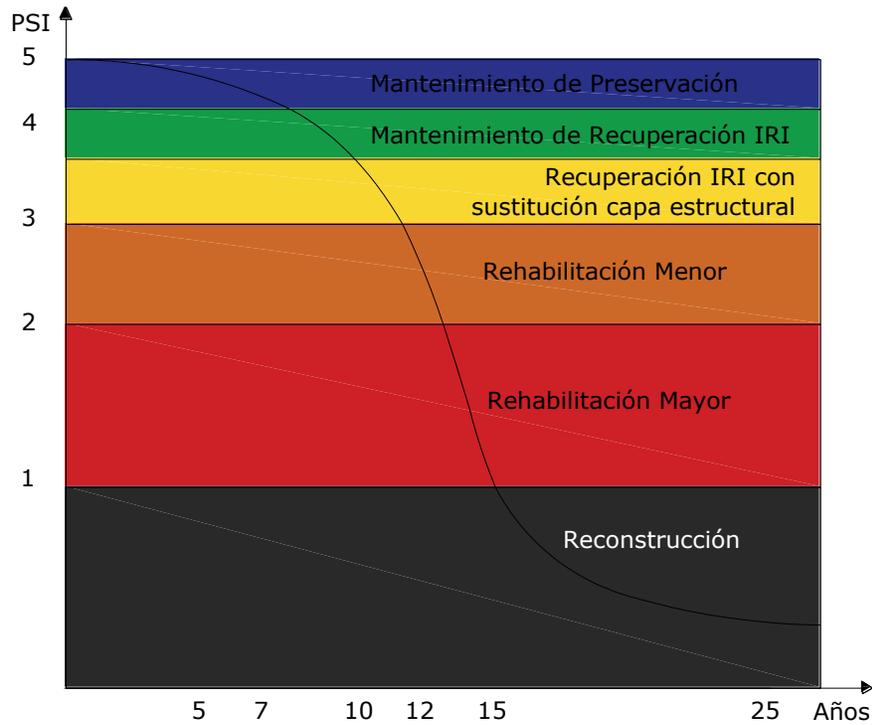


En la última dimensión, la empatía se puede observar en la figura 11 que la recta lineal es aún más perfecta a su vez su R^2 llega a estar cerca de la unidad dando a entender que ambas variables se encuentran compactamente relacionadas.

Comparación edad real y edad calculada

Se conoce deterioro de la superficie de rodamiento de la Red Vial en las vías de segundo orden del cantón Riobamba en los últimos años. Para la evaluación de pavimentos se puede considerar dos indicadores principales que permiten conocer el estado de este; el primero es desde la parte estructural, donde se relaciona con la capacidad de la carretera a soportar las cargas del tránsito vehicular y el segundo, es desde la perspectiva funcional, dado el caso para conocer la edad real se procedió a emplear el modelo de gestión respecto a la relación con el confort del usuario, costos de operación y el deterioro de la estructura del pavimento en el tiempo de Costa Rica.

Figura 12 Modelo de gestión PSI - Costa Rica



Fuente: (Valverde & Jimenez, 2019)

Para emplear la relación de los pavimentos, primero se procede a conocer el año en la cual fue construida o a su vez el año en la cual se realizó la rehabilitación vial en la actualidad como muestra la tabla 8.

Tabla 8 Edad del pavimento real según la última rehabilitación

Nombre de la vía	Año de la última intervención	Edad real en 2023 (años)	Edad Promedio de la vía	Edad Tramo más deteriorado
Calpi - San Juan	2008	15	13.3586	15
San Luis - Punín	2008	15	11.8849	14
Cacha - Yaruquies	2011	12	12.0527	14
Quimiag - Cubijes	2011	12	11.3786	13
Licto - Riobamba	2008	15	12.0947	14

Para conocer el año real se procede a conocer el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) calculado anteriormente para ingresar en el modelo de gestión como muestra la figura 12. Además, según la edad del pavimento calculado tienden a corresponder en el intervalo de la Rehabilitación mayor donde el tramo vial Calpi – San Juan se encuentra en mayor deterioro.

4.2 Discusión

En base a los resultados obtenidos del modelo Servqual consideramos que los usuarios que transitan y viven a lo largo de las vías de segundo orden del cantón Riobamba, no están de acuerdo con el poco mantenimiento vial realizado por las entidades competentes y esto sucede por la poca señalización vial y las fallas que se pueden ver a simple vista, por lo que las entidades deben dar mayor importancia al mantenimiento vial generando una vía de mejor calidad.

El índice de Rugosidad internacional (IRI) fue clave para la determinación de la edad calculada de las vías de segundo orden del cantón Riobamba teniendo en cuenta el Índice de Serviciabilidad (PSI), estos dos parámetros fueron determinados gracias a las desviaciones obtenidas por medio del rugosímetro de Merlín.

Para la comparación de la edad real obtenida por las entidades: GAD Provincial de Chimborazo, Ministerio de Transporte y obras públicas de Chimborazo (MTO) y la edad calculada por medio del IRI y el PSI se determinó que la edad calculada difiere mucho de la edad real de la vía.

Se discutió que las vías de Calpi - San Juan, San Luis – Punin, cuentan con fallas a simple vista al inicio y final, en la vía Licto – Riobamba solo está deteriorada en su mayoría en el sentido izquierdo de la vía, y en la Quimiag – Cubijies no presenta muchas fallas mostradas en la tabla 5. Por el análisis obtenido el IRI no presenta una regularidad a lo largo cada una de estas vías. Esto hace que el PSI promedio determinado en cada vía sea deficiente al momento de

compararlo con la edad real de las vías analizadas, debido a que el IRI a lo largo del tramo vial no es uniforme porque en ciertas partes de la vía existen un IRI alto y en otras partes el IRI es bajo, para que la comparativa no se aleje mucho entre la edad real y la edad calculada es conveniente realizar la comparación a lo largo de toda la vía, con el análisis propuesto los resultados obtenidos demuestran que en lo constructivo los materiales y el diseño utilizado en las vías están acorde a la edad proporcionada por las autoridades competentes, con esto se determinó que 2 vías se encuentran más deterioradas del rango en el que deben encontrarse.

El modelo Servqual está enfocado en las expectativas y percepciones que consideran los usuarios, en las predicciones se consideró una ecuación lineal porque estas presentan de manera casi perfecta la predicción que hace que se acerque mucho al valor de 1, debido a la dificultad que posee dicho modelo, estos datos forman un porcentaje pequeño de la recta por dicho motivo se debe considerar los rangos y dimensiones indicados en el modelo Servqual.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se conoce que la mayor parte de las vías de segundo orden del cantón Riobamba se encuentran en una condición de serviciabilidad PSI, Buena para los tramos viales San Luis – Punín y Quimiag – Cubijies, mientras que los tramos viales Cacha – Yaruquíes y Licto – Riobamba teniendo una condición de Regular y teniendo una calificación de Malo para el tramo vial Calpi – San Juan.
- Se determina que el valor del IRI promedio caracteriza la condición de la vía en todo el trayecto, sin embargo, el valor del IRI parcial muestra variaciones en ciertos tramos viales lo que muestra una condición del pavimento más específico.

- La ecuación Alfa de Cronbach permite conocer la fiabilidad del modelo de encuesta Servqual donde se obtuvo valores mayores a 0.7 dando a conocer un resultado favorable para en lo posterior conocer proceder con la correlación de Pearson entre el resultado de las variables del PSI y el método Servqual obteniendo un resultado de 0.982, misma que indica una relación positiva fuerte entre las variables mencionadas.
- Los modelos de predicción se dieron a conocer sus líneas de tendencia mostrando una estrecha recta lineal en las dimensiones Seguridad y Empatía mientras que las dimensiones de Factibilidad y Sensibilidad mostraba un poco separado las intercesiones de las variables del método Servqual e IRI razón porque los usuarios mencionaban que los mantenimientos no son ocurrentes en aquellos tramos viales.
- La edad calculada tuvo una ligera semejanza a la edad real en las vías Cacha – Yaruquies y Quimiag – Cubijies misma que en la primera al ser una vía no tan concurrida no presentaba mucho deterioro en cambio en las vías San Luis – Punín y Licto – Riobamba al tener un deterioro algo similar pero con la semejanza que los mantenimientos son más periódicos y finalmente en el tramo vial Calpi – San Juan muestra un deterioro bastante fuerte dado a conocer que el diseño vial fue realizado para un tráfico promedio inferior a la carga vehicular que se encuentra en la actualidad y los mantenimientos son un poco ausentes.

5.2 Recomendaciones

- En base a la investigación realizada se recomienda para futuras investigaciones no solo calcular la variable del PSI, también se debe tener en cuenta todas las variables conocidas para llegar a determinar de mejor manera la edad de una vía de cualquier orden, y estas variables pueden ser: número estructural, topografía, clima. Etc. Con esto en base a las

variables conocidas se pueden aplicar varios modelos realizados por autores o poder generar un modelo de autoría propia con las varias que se le quieran aplicar.

- Se recomienda analizar de manera cautelosa el comportamiento del IRI a lo largo de toda la vía analizada puesto que en ciertos casos si el IRI es uniforme se puede utilizar el PSI promedio, pero si el IRI no es uniforme se debe analizar el comportamiento de este por tramos viales para conocer así la edad real de la vía analizada.
- Tomar como edad real de la vía la última rehabilitación de esta puesto que existe un mejoramiento en la carpeta asfáltica y los años de vida útil disminuyen dependiendo del tipo de mantenimiento realizado.
- El encuestador debe saber desenvolverse de la mejor manera frente a la población puesto que dicha población puede estar abierta a realizar la encuesta como a no realizarla.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, G. (17 de Febrero de 2022). Evaluación funcional del pavimento de la vía a Noboa en el acceso oriental de la ciudad de Jipijapa provincia de Manabí, desde la abscisa 0+000 hasta 1+000” pp. 12-16.
- Calderón, J, Sánchez C., y Viana W. (2008). ““Determinación Del Índice De Rugosidad Internacional De Pavimentos Usando El Perfilometro Romdas Z-250 .”” 187
- Chávez, L. E., & Hernández, C. (2009). Estado del Arte y Perspectiva del Envejecimiento de los Pavimentos Asfálticos. *Acta Universitaria*, 19(1), 30–39. Recuperado de <https://doi.org/10.15174/au.2009.117>
- Colcha, V. (2022). Aplicación del método PSI y modelo Servqual para la valoración técnica de las vías de segundo orden del cantón Guano.
- Hernandez, J. (2018). Determinar el índice de rugosidad IRI y desarrollar un manual para el equipo Merlin. 23-31
- Ibañez, C. (Marzo de 2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v24n43/2215-3705-infraestructura-24-43-67.pdf>
- Lara, D. (2023). Medición indirecta de la serviciabilidad en las vías asfaltadas de segundo orden del cantón Guaranda. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10495>
- Lituma, S. (Septiembre de 2022) Análisis y evaluación de modelos de deterioro para pavimentos asfálticos. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39768>
- López, Y. (Marzo de 2023). El Modelo Servqual para medir el nivel de la calidad de los servicios que brinda la Empresa Quala Ecuador S.A cantón Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37544/1/051%20MT.pdf>
- Martínez L, y Núñez R. (2020). “Modelos De Serviabilidad De Pavimentos a Partir Del Índice de Condición Del Pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación.” *Encephale*.
- MTOP. (2012). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. Ministerio de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador, Volumen 2A, 1–382.
- Montoya, J. (2013). “Análisis Del IRI Para Un Proyecto de Carretera Sinousa Concesionada En El Perú.” *Universidad de Piura* 82

- NEVI. (2012). Norma ecuatoriana Vial NEVI-12 MTOP. Volumen N° 6. Conservación vial. Subsecretaría de infraestructura del transporte. Quito, Ecuador.
- Orozco, A. (2019). Calidad De Servicio De Las Vías De Segundo Orden De La Provincia De Chimborazo.
- Ramírez Soto, C. A. (2021, October 25). Tipos y características de los pavimentos flexibles. Ingeniería y Construcción de Obras. <https://claudioantonioramirezsoto.com/construccion/tipos-de-pavimentos/>
- Rodríguez, P. d. (2019). Metodología para la determinación de la rugosidad de los pavimentos con equipo de bajo costo y gran precisión. Sevilla, España.
- UNIZAR. (2011). Coeficiente de correlación con puntuaciones extremas. Obtenido de https://ice.unizar.es/sites/ice.unizar.es/files/users/leteo/materiales/01._documento_1_correlaciones.pdf
- Valverde, C., & Jimenez, R. (2019). Rangos del Índice de regularidad internacional y su impacto en las ventanas de operación. Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional, 12.

7. ANEXOS

Anexo 1 Población futura de las parroquias donde se encuentran las vías de segundo

Tramo vial	Tasa de crecimiento	Censo 2010	PDOT 2020 - 30	Población futura (hab)	Longitud (Km)
Calpi - San Juan	3.26%	7360	8621	9492	6
San Luis - Punin	5.32%	12010	14039	16401	8.25
Cacha - Yaruquíes	1.40%	3161	3696	3854	6
Quimiag - Cubijies	2.33%	5260	6149	6589	6.38
Licto - Riobamba	3.46%	7811	9132	10114	10
Total				46450	

Anexo 2 Evidencia del ensayo en todo el estudio vial (Rugosímetro de Merlín) realizado en las vías de segundo orden del cantón Riobamba

Foto 1. Ensayo de rugosidad en el tramo vial Calpi – San Juan



Foto 2. Ensayo de rugosidad en el tramo vial San Luis – Punín



Foto 3. Ensayo de rugosidad en el tramo vial Cacha - Yaruquíes



Foto 4. Ensayo de rugosidad en el tramo vial Quimiag – Cubijés



Foto 5. Ensayo de rugosidad en el tramo vial Licto – Riobamba



Anexo 3 Hoja de campo para el ensayo de Merlín en las vías de segundo orden del cantón Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
HOJA DE CAMPO



Proyecto: Evaluación de la edad calculada con la edad real de las vías de segundo orden de la ciudad de Riobamba

Nombre de la vía: Calpi - San Juan
Tramo:

Carril: Derecho
Operadores: Barba Samuel
 Macas Joel
Fecha: 15 – Mayo – 2023

Ensayo N°: **Km:**

Hora:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	19	25	29	24	31	25	27	25	26
2	21	29	25	27	25	26	24	31	25	26
3	17	19	25	29	22	29	28	30	27	30
4	29	15	30	28	26	31	34	28	29	25
5	22	44	16	27	22	29	30	30	31	37
6	24	27	50	23	24	22	29	26	24	26
7	24	28	10	28	24	26	27	24	17	30
8	28	22	33	25	24	25	27	24	19	29
9	25	28	33	26	25	28	25	25	23	31
10	23	26	27	24	26	21	26	21	22	24
11	27	27	25	29	21	28	26	27	24	9
12	26	29	19	27	27	19	26	23	24	11
13	31	25	27	24	29	26	23	24	20	47
14	29	28	22	23	27	29	50	26	23	16
15	40	26	27	23	31	25	28	25	27	34
16	25	30	26	23	42	26	35	30	27	22
17	25	33	25	27	37	27	46	27	24	9
18	25	19	24	28	29	25	45	27	28	10
19	45	23	27	26	26	28	46	22	25	26
20	12	23	25	25	32	26	37	26	26	33

- Afirmado:
- Base granular:
- Base imprimida:
- Tratamiento bicapa:
- Carpeta en frío:
- Carpeta en caliente:
- Recapeo asfáltico:
- Sello:
- Otros:

Observaciones:

Anexo 4 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Calpi – San Juan



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)



Nombre de la vía: Calpi - San Juan
Tipo de superficie: Pavimento flexible
Evaluado por: Barba Samuel y Macas Joel

Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D" (Unidades)	Valor "D" (mm)	IRI (m/km)	PSI			
						PSI (1)	PSI (2)	PSI	Serviciabilidad
1	0+000 - 0+400	Derecho	22.50	112.50	5.892	1.71	1.07	1.07	Malo
		Izquierdo	22.00	110.00	5.77	1.75	1.11	1.11	Malo
2	0+400 - 0+800	Derecho	13.82	69.09	3.85	2.48	1.83	1.83	Malo
		Izquierdo	17.00	85.00	4.60	2.17	1.51	1.51	Malo
3	0+800 - 1+200	Derecho	10.40	52.00	3.04	2.88	2.26	2.26	Regular
		Izquierdo	13.16	65.80	3.69	2.56	1.91	1.91	Malo
4	1+200 - 1+600	Derecho	8.64	43.19	2.63	3.10	2.52	2.52	Regular
		Izquierdo	11.50	57.50	3.30	2.74	2.11	2.11	Regular
5	1+600 - 2+000	Derecho	11.75	58.75	3.36	2.71	2.08	2.08	Regular
		Izquierdo	10.77	53.87	3.13	2.83	2.21	2.21	Regular
6	2+000 - 2+400	Derecho	23.50	117.50	6.13	1.64	1.01	1.01	Malo
		Izquierdo	8.25	41.26	2.54	3.15	2.58	2.58	Regular
7	2+400 - 2+800	Derecho	17.33	86.67	4.68	2.14	1.48	1.48	Malo
		Izquierdo	11.00	55.00	3.18	2.80	2.18	2.18	Regular
8	2+800 - 3+200	Derecho	9.17	45.83	2.75	3.03	2.44	2.44	Regular
		Izquierdo	9.61	48.05	2.86	2.97	2.37	2.37	Regular
9	3+200 - 3+600	Derecho	15.00	75.00	4.13	2.36	1.70	1.70	Malo
		Izquierdo	11.56	57.78	3.31	2.74	2.11	2.11	Regular
10	3+600 - 4+000	Derecho	14.92	74.58	4.11	2.37	1.71	1.71	Malo

		Izquierdo	10.16	50.78	2.98	2.91	2.29	2.29	Regular
11	4+000 - 4+400	Derecho	8.60	42.98	2.62	3.11	2.53	2.53	Regular
		Izquierdo	12.75	63.75	3.60	2.60	1.96	1.96	Malo
12	4+400 - 4+800	Derecho	10.24	51.21	3.01	2.90	2.28	2.28	Regular
		Izquierdo	10.25	51.25	3.01	2.89	2.28	2.28	Regular
13	4+800 - 5+200	Derecho	13.19	65.95	3.70	2.55	1.90	1.90	Malo
		Izquierdo	14.70	73.48	4.05	2.39	1.74	1.74	Malo
14	5+200 - 5+600	Derecho	13.33	66.67	3.73	2.54	1.89	1.89	Malo
		Izquierdo	10.17	50.83	2.99	2.90	2.29	2.29	Regular
15	5+600 - 6+000	Derecho	8.89	44.43	2.69	3.07	2.48	2.48	Regular
		Izquierdo	12.75	63.75	3.60	2.60	1.96	1.96	Malo
PROMEDIO					3.63		1.99	Malo	
<p align="center">La Vía Calpi - San Juan tiene un valor de IRI= 3.63 y PSI= 1.99 equivalente a una serviciabilidad de "Malo"</p>									

Anexo 5 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía San Luis - Punin

 <p align="center"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI) </p>									
Nombre de la vía:		San Luis - Punin							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Barba Samuel y Macas Joel							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			Serviciabilidad
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (pr)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	7.71	38.57	1.87	3.56	3.07	3.07	Bueno
		Izquierdo	7.91	39.56	1.92	3.53	3.03	3.03	Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	8.61	43.06	2.62	3.10	2.52	2.52	Regular
		Izquierdo	7.07	35.33	1.71	3.66	3.20	3.20	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	13.00	65.00	3.65	2.57	1.93	1.93	Malo
		Izquierdo	9.33	46.67	2.79	3.01	2.41	2.41	Regular

4	1+200 - 1+600	Derecho	11.34	56.71	3.26	2.76	2.13	2.13	Regular
		Izquierdo	5.84	29.22	1.42	3.86	3.45	3.45	Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	7.56	37.81	1.83	3.58	3.10	3.10	Bueno
		Izquierdo	6.87	34.33	1.67	3.69	3.24	3.24	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	9.20	46.00	2.76	3.03	2.43	2.43	Regular
		Izquierdo	7.91	39.57	1.92	3.53	3.03	3.03	Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	7.24	36.18	1.75	3.63	3.16	3.16	Bueno
		Izquierdo	6.27	31.33	1.52	3.79	3.36	3.36	Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	8.46	42.29	2.58	3.13	2.55	2.55	Regular
		Izquierdo	6.38	31.88	1.55	3.77	3.34	3.34	Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	6.82	34.08	1.65	3.70	3.25	3.25	Bueno
		Izquierdo	6.73	33.64	1.63	3.72	3.27	3.27	Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	8.50	42.50	2.59	3.12	2.54	2.54	Regular
		Izquierdo	7.14	35.69	1.73	3.65	3.18	3.18	Bueno
11	4+000 - 4+400	Derecho	8.35	41.75	2.56	3.14	2.56	2.56	Regular
		Izquierdo	6.24	31.21	1.51	3.80	3.37	3.37	Bueno
12	4+400 - 4+800	Derecho	10.37	51.83	3.03	2.88	2.26	2.26	Regular
		Izquierdo	6.13	30.67	1.49	3.82	3.39	3.39	Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	6.84	34.22	1.66	3.70	3.24	3.24	Bueno
		Izquierdo	6.98	34.89	1.69	3.68	3.21	3.21	Bueno
14	5+200 - 5+600	Derecho	7.02	35.12	1.70	3.67	3.21	3.21	Bueno
		Izquierdo	8.03	40.17	2.48	3.18	2.61	2.61	Regular
15	5+600 - 6+000	Derecho	6.80	34.00	1.65	3.70	3.25	3.25	Bueno
		Izquierdo	6.24	31.18	1.51	3.80	3.37	3.37	Bueno
16	6+000 - 6+400	Derecho	7.16	35.78	1.74	3.65	3.18	3.18	Bueno
		Izquierdo	8.38	41.90	2.57	3.14	2.56	2.56	Regular
17	6+400 - 6+800	Derecho	5.89	29.47	1.43	3.86	3.44	3.44	Bueno
		Izquierdo	6.60	33.01	1.60	3.74	3.29	3.29	Bueno
18	6+800 - 7+200	Derecho	7.71	38.57	1.87	3.56	3.07	3.07	Bueno
		Izquierdo	6.83	34.17	1.66	3.70	3.24	3.24	Bueno
19	7+200 - 7+600	Derecho	11.52	57.62	3.31	2.74	2.11	2.11	Regular
		Izquierdo	6.33	31.67	1.54	3.78	3.35	3.35	Bueno
20	7+600 - 8+000	Derecho	6.69	33.47	1.62	3.72	3.27	3.27	Bueno
		Izquierdo	5.12	25.61	1.24	3.99	3.62	3.62	Bueno
21	8+000 - 8+250	Derecho	6.67	33.34	1.62	3.73	3.28	3.28	Bueno
		Izquierdo	5.03	25.13	1.22	4.01	3.64	3.64	Bueno
PROMEDIO					1.98		3.02	Bueno	
<p>La Vía San Luis - Punin tiene un valor de IRI= 1.98 y PSI=3.02 equivalente a una serviciabilidad de "Bueno"</p>									

Anexo 6 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Cacha - Yaruquies

 <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)</p> </div> 									
Nombre de la vía:		Cacha - Yaruquies							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Barba Samuel y Macas Joel							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			Serviciabilidad
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (pr)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	6.00	30.00	1.46	3.84	3.42	3.42	Bueno
		Izquierdo	6.25	31.25	1.52	3.80	3.37	3.37	Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	7.17	35.83	1.74	3.65	3.18	3.18	Bueno
		Izquierdo	6.45	32.26	1.56	3.76	3.32	3.32	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	9.57	47.83	2.85	2.98	2.38	2.38	Regular
		Izquierdo	15.17	75.83	4.16	2.34	1.69	1.69	Malo
4	1+200 - 1+600	Derecho	14.33	71.67	3.97	2.43	1.77	1.77	Malo
		Izquierdo	9.33	46.67	2.79	3.01	2.41	2.41	Regular
5	1+600 - 2+000	Derecho	8.93	44.64	2.70	3.06	2.47	2.47	Regular
		Izquierdo	6.50	32.48	1.58	3.75	3.31	3.31	Bueno
6	2+000 - 2+400	Derecho	7.17	35.83	1.74	3.65	3.18	3.18	Bueno
		Izquierdo	2.76	13.78	0.67	4.43	4.20	4.20	Muy Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	9.75	48.75	2.89	2.96	2.35	2.35	Regular
		Izquierdo	8.40	42.01	2.57	3.13	2.56	2.56	Regular
8	2+800 - 3+200	Derecho	6.49	32.45	1.57	3.76	3.32	3.32	Bueno
		Izquierdo	7.55	37.73	1.83	3.58	3.10	3.10	Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	6.50	32.50	1.58	3.75	3.31	3.31	Bueno
		Izquierdo	9.26	46.29	2.77	3.02	2.42	2.42	Regular
10	3+600 - 4+000	Derecho	6.35	31.76	1.54	3.78	3.34	3.34	Bueno
		Izquierdo	9.14	45.68	2.74	3.04	2.44	2.44	Regular
11	4+000 - 4+400	Derecho	6.35	31.74	1.54	3.78	3.35	3.35	Bueno
		Izquierdo	7.36	36.82	1.79	3.61	3.14	3.14	Bueno
12		Derecho	6.38	31.88	1.55	3.77	3.34	3.34	Bueno

	4+400 - 4+800	Izquierdo	7.28	36.39	1.76	3.63	3.15	3.15	Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	6.62	33.12	1.61	3.73	3.29	3.29	Bueno
		Izquierdo	6.44	32.18	1.56	3.76	3.33	3.33	Bueno
14	5+200 - 5+600	Derecho	6.56	32.78	1.59	3.74	3.30	3.30	Bueno
		Izquierdo	19.75	98.75	5.24	1.93	1.27	1.27	Malo
15	5+600 - 6+000	Derecho	6.40	32.00	1.55	3.77	3.33	3.33	Bueno
		Izquierdo	9.59	47.94	2.85	2.98	2.38	2.38	Regular
PROMEDIO					2.18			2.91	Regular

La Vía Cacha - Yaruquíes tiene un valor de IRI= 2.18 y PSI=2.91 equivalente a una serviciabilidad de "Regular"

Anexo 7 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Quimiag – Cubijies

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</p> <p>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)</p> </div>  </div>									
Nombre de la vía:		Quimiag - Cubijies							
Tipo de superficie:		Pavimento flexible							
Evaluado por:		Barba Samuel y Macas Joel							
Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			Serviciabilidad
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (pr)	
1	0+000 - 0+400	Derecho	5.63	28.15	1.37	3.90	3.50	3.50	Bueno
		Izquierdo	7.52	37.58	1.82	3.59	3.11	3.11	Bueno
2	0+400 - 0+800	Derecho	7.58	37.90	1.84	3.58	3.09	3.09	Bueno
		Izquierdo	6.75	33.75	1.64	3.71	3.26	3.26	Bueno
3	0+800 - 1+200	Derecho	4.77	23.83	1.16	4.05	3.70	3.70	Bueno
		Izquierdo	4.56	22.78	1.10	4.09	3.75	3.75	Bueno
4	1+200 - 1+600	Derecho	6.61	33.06	1.60	3.74	3.29	3.29	Bueno
		Izquierdo	2.83	14.13	0.69	4.41	4.18	4.18	Muy Bueno
5	1+600 - 2+000	Derecho	6.52	32.58	1.58	3.75	3.31	3.31	Bueno
		Izquierdo	3.76	18.80	0.91	4.24	3.94	3.94	Bueno

6	2+000 - 2+400	Derecho	8.08	40.42	2.50	3.18	2.61	2.61	Regular
		Izquierdo	6.37	31.84	1.54	3.78	3.34	3.34	Bueno
7	2+400 - 2+800	Derecho	9.14	45.70	2.75	3.04	2.44	2.44	Regular
		Izquierdo	4.73	23.63	1.15	4.06	3.71	3.71	Bueno
8	2+800 - 3+200	Derecho	4.63	23.13	1.12	4.08	3.73	3.73	Bueno
		Izquierdo	5.52	27.59	1.34	3.92	3.53	3.53	Bueno
9	3+200 - 3+600	Derecho	6.54	32.72	1.59	3.75	3.30	3.30	Bueno
		Izquierdo	7.23	36.15	1.75	3.64	3.16	3.16	Bueno
10	3+600 - 4+000	Derecho	7.19	35.96	1.74	3.64	3.17	3.17	Bueno
		Izquierdo	2.81	14.04	0.68	4.42	4.19	4.19	Muy Bueno
11	4+000 - 4+400	Derecho	5.69	28.44	1.38	3.89	3.49	3.49	Bueno
		Izquierdo	3.66	18.31	0.89	4.25	3.97	3.97	Bueno
12	4+400 - 4+800	Derecho	5.46	27.32	1.33	3.93	3.54	3.54	Bueno
		Izquierdo	4.53	22.63	1.10	4.10	3.75	3.75	Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	10.23	51.15	3.00	2.90	2.28	2.28	Regular
		Izquierdo	9.05	45.25	2.72	3.05	2.46	2.46	Regular
14	5+200 - 5+600	Derecho	7.05	35.25	1.71	3.66	3.20	3.20	Bueno
		Izquierdo	7.32	36.62	1.78	3.62	3.15	3.15	Bueno
15	5+600 - 6+000	Derecho	7.93	39.67	1.92	3.52	3.03	3.03	Bueno
		Izquierdo	5.59	27.93	1.35	3.91	3.51	3.51	Bueno
16	6+000 - 6+390	Derecho	5.40	27.00	1.31	3.94	3.55	3.55	Bueno
		Izquierdo	5.39	26.96	1.31	3.94	3.55	3.55	Bueno
PROMEDIO					1.55		3.37	Bueno	
La Vía Quimiag - Cubijes tiene un valor de IRI= 1.55 y PSI= 3.37 equivalente a una serviciabilidad de "Bueno"									

Anexo 8 Índice de Serviciabilidad presente (PSI) de la vía Licto - Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSI)



Nombre de la vía: Licto - Riobamba
Tipo de superficie: Pavimento flexible
Evaluado por: Barba Samuel y Macas Joel

Ensayo	Abscisa	Carril	Valor "D"	Valor "D"	IRI (m/km)	PSI			
						PSI (1)	PSI (2)	PSI (pr)	Serviciabilidad
1	0+000 - 0+400	Derecho	5.68	28.41	1.38	3.89	3.49	3.49	Bueno
		Izquierdo	9.07	45.36	2.73	3.04	2.45	2.45	Regular
2	0+400 - 0+800	Derecho	7.36	36.78	1.78	3.62	3.14	3.14	Bueno
		Izquierdo	9.01	45.06	2.72	3.05	2.46	2.46	Regular
3	0+800 - 1+200	Derecho	6.20	31.01	1.50	3.80	3.38	3.38	Bueno
		Izquierdo	9.45	47.23	2.82	3.00	2.40	2.40	Regular
4	1+200 - 1+600	Derecho	6.30	31.50	1.53	3.79	3.36	3.36	Bueno
		Izquierdo	9.25	46.24	2.77	3.02	2.43	2.43	Regular
5	1+600 - 2+000	Derecho	4.64	23.19	1.12	4.08	3.73	3.73	Bueno
		Izquierdo	9.47	47.35	2.82	2.99	2.39	2.39	Regular
6	2+000 - 2+400	Derecho	7.48	37.40	1.81	3.60	3.11	3.11	Bueno
		Izquierdo	9.16	45.79	2.75	3.03	2.44	2.44	Regular
7	2+400 - 2+800	Derecho	7.51	37.54	1.82	3.59	3.11	3.11	Bueno
		Izquierdo	9.09	45.43	2.73	3.04	2.45	2.45	Regular
8	2+800 - 3+200	Derecho	5.53	27.67	1.34	3.92	3.52	3.52	Bueno
		Izquierdo	9.40	47.00	2.81	3.00	2.40	2.40	Regular
9	3+200 - 3+600	Derecho	4.92	24.58	1.19	4.03	3.66	3.66	Bueno
		Izquierdo	9.80	49.00	2.90	2.95	2.35	2.35	Regular
10	3+600 - 4+000	Derecho	5.78	28.89	1.40	3.88	3.47	3.47	Bueno
		Izquierdo	10.42	52.11	3.05	2.87	2.26	2.26	Regular
11	4+000 - 4+400	Derecho	5.23	26.15	1.27	3.97	3.59	3.59	Bueno

		Izquierdo	7.34	36.71	1.78	3.62	3.14	3.14	Bueno
12	4+400 - 4+800	Derecho	7.02	35.10	1.70	3.67	3.21	3.21	Bueno
		Izquierdo	3.85	19.24	0.93	4.22	3.92	3.92	Bueno
13	4+800 - 5+200	Derecho	5.37	26.87	1.30	3.95	3.56	3.56	Bueno
		Izquierdo	4.76	23.81	1.15	4.05	3.70	3.70	Bueno
14	5+200 - 5+600	Derecho	8.25	41.25	2.54	3.15	2.58	2.58	Regular
		Izquierdo	11.10	55.52	3.21	2.79	2.16	2.16	Regular
15	5+600 - 6+000	Derecho	7.37	36.83	1.79	3.61	3.14	3.14	Bueno
		Izquierdo	11.11	55.53	3.21	2.79	2.16	2.16	Regular
16	6+000 - 6+400	Derecho	5.53	27.67	1.34	3.92	3.52	3.52	Bueno
		Izquierdo	13.98	69.90	3.89	2.47	1.81	1.81	Malo
17	6+400 - 6+800	Derecho	5.44	27.20	1.32	3.93	3.54	3.54	Bueno
		Izquierdo	9.17	45.85	2.75	3.03	2.44	2.44	Regular
18	6+800 - 7+200	Derecho	7.15	35.77	1.74	3.65	3.18	3.18	Bueno
		Izquierdo	20.14	100.69	5.34	1.90	1.24	1.24	Malo
19	7+200 - 7+600	Derecho	6.42	32.08	1.56	3.77	3.33	3.33	Bueno
		Izquierdo	17.29	86.43	4.66	2.14	1.48	1.48	Malo
20	7+600 - 8+000	Derecho	8.24	41.19	2.53	3.15	2.58	2.58	Regular
		Izquierdo	13.57	67.83	3.79	2.51	1.86	1.86	Malo
21	8+000 - 8+400	Derecho	7.14	35.71	1.73	3.65	3.18	3.18	Bueno
		Izquierdo	5.55	27.76	1.35	3.91	3.52	3.52	Bueno
22	8+400 - 8+800	Derecho	7.90	39.49	1.92	3.53	3.03	3.03	Bueno
		Izquierdo	7.90	39.52	1.92	3.53	3.03	3.03	Bueno
23	8+800 - 9+200	Derecho	7.98	39.88	1.93	3.52	3.02	3.02	Bueno
		Izquierdo	7.43	37.13	1.80	3.60	3.12	3.12	Bueno
24	9+200 - 9+600	Derecho	7.60	38.02	1.84	3.58	3.09	3.09	Bueno
		Izquierdo	7.35	36.74	1.78	3.62	3.14	3.14	Bueno
25	9+600 -10+000	Derecho	7.42	37.09	1.80	3.61	3.13	3.13	Bueno
		Izquierdo	11.98	59.92	3.42	2.69	2.05	2.05	Regular
PROMEDIO					2.21		2.89	Regular	

La Vía Licto - Riobamba tiene un valor de IRI= 2.21 y PSI= 2.89 equivalente a una serviciabilidad de "Regular"

Anexo 9 Formato de Encuesta Servqual aplicada a usuarios del cantón Riobamba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

Señale la vía que utiliza comúnmente

Calpi - San Juan	<input type="checkbox"/>
San Luis - Punín	<input type="checkbox"/>
Cacha - Yaruquíes	<input type="checkbox"/>
Quimiang – Cubiés	<input type="checkbox"/>
Licto – Riobamba	<input type="checkbox"/>

Señale a qué lugares de destino le comunican las vías:

Hogar	<input type="checkbox"/>
Trabajo	<input type="checkbox"/>
Centros de educación	<input type="checkbox"/>
Centros de salud	<input type="checkbox"/>
Cultos religiosos	<input type="checkbox"/>
Actividades recreativas	<input type="checkbox"/>

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

1-2 veces	<input type="checkbox"/>
3-4 veces	<input type="checkbox"/>
5-6 veces	<input type="checkbox"/>
Más de 7 veces	<input type="checkbox"/>

FIABILIDAD	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
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.					

Gracias por su colaboración

Anexo 10 Evidencia fotográfica de la aplicación de la encuesta



Foto 1. Aplicación de encuestas en la vía Cacha - Yaruquies



Foto 2. Aplicación de encuestas en la vía Calpi - San Juan



Foto 3. Aplicación de encuestas en la vía Licto - Riobamba



Foto 4. Aplicación de encuestas en la vía Quimiag - Cubijies



Foto 5. Aplicación de encuestas en la vía San Luis - Punin



Foto 6. Aplicación de encuestas en la vía Licto - Riobamba

Anexo 11 Tabulación encuestas Expectativa - Percepción

	Calpi - San Juan			San Luis - Punin			Cacha - Yaruquies			Quimiag - Cubijies			Licto - Riobamba		
	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha	Expectativa	Percepción	Brecha
Fiabilidad	2.12	1.76	-0.36	3.98	2.75	-1.23	2.91	2.46	-0.45	3.13	3.40	0.27	3.02	2.31	-0.71
1. Cumplir el manteniendo vial en la fecha establecida	2.12	1.68	-0.44	3.95	2.64	-1.30	2.69	2.50	-0.19	3.02	3.35	0.33	2.78	2.28	-0.51
2. Interés de resolver las fallas de las vías	2.01	1.97	-0.04	4.02	3.13	-0.90	3.09	2.66	-0.44	3.56	3.52	-0.04	3.35	2.41	-0.94
3. Estado de las vías al ser pavimentadas.	2.23	1.63	-0.60	3.97	2.47	-1.50	2.94	2.22	-0.72	2.81	3.33	0.52	2.93	2.24	-0.69
Sensibilidad	2.12	1.88	-0.24	4.03	3.12	-0.91	2.96	2.86	-0.09	3.38	3.73	0.35	3.22	2.68	-0.54
6. Socialización sobre la planificación del mantenimiento vial.	2.01	1.79	-0.22	4.05	2.96	-1.10	2.66	2.84	0.19	3.31	3.61	0.30	2.93	2.61	-0.31
7. En temporada de lluvia la limpieza de cunetas es oportuna y rápida.	2.19	2.03	-0.17	4.05	3.21	-0.84	3.13	2.78	-0.34	3.33	3.76	0.43	3.28	2.61	-0.66
8. Disposición de realizar mantenimientos.	2.15	1.82	-0.33	4.00	3.19	-0.81	3.09	2.97	-0.13	3.50	3.81	0.31	3.45	2.81	-0.64
Seguridad	2.09	1.78	-0.31	3.71	3.14	-0.57	3.09	2.89	-0.20	2.89	3.57	0.69	3.02	2.78	-0.24
10. Garantía de mantenimientos para no provocar accidentes	2.03	1.62	-0.41	3.79	2.99	-0.80	2.97	2.81	-0.16	2.74	3.52	0.78	2.98	2.73	-0.24
13. La capa superficial de las vías tiene la suficiente adherencia.	2.15	1.95	-0.21	3.64	3.30	-0.35	3.22	2.97	-0.25	3.04	3.63	0.59	3.07	2.83	-0.24
Empatía	2.09	1.96	-0.13	4.13	3.51	-0.61	3.25	3.30	0.05	3.44	4.04	0.59	3.34	3.22	-0.11
15. Estado de las vías.	2.08	1.95	-0.13	4.16	3.46	-0.70	3.19	3.25	0.06	3.39	3.91	0.52	3.29	3.08	-0.20
18. Comodidad al transitar por las vías.	2.10	1.97	-0.13	4.10	3.57	-0.53	3.31	3.34	0.03	3.50	4.17	0.67	3.39	3.36	-0.02
Total	2.10	1.85	-0.26	3.96	3.13	-0.83	3.05	2.88	-0.17	3.21	3.69	0.47	3.15	2.75	-0.40