



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Desarrollo del factor de corrección del índice de regularidad en la
evaluación funcional de la vía de Articulación, Juliaca, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Quispe Cutipa, Jean Midler (orcid.org/0009-0007-5571-0703)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

Dios me protegerá todos los días y durante toda mi vida y me guiará por el camino del bien. Por eso le dedico mi trabajo.

Agradecimiento

“Estoy muy agradecido con mi asesor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiera llegado a esta etapa en todo lo que esperaba. Gracias por su guía y todos los consejos, los guardaré para siempre en mis memorias a lo largo de mi carrera.”



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023", cuyo autor es QUISPE CUTIPA JEAN MIDLER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE RICHARD OLARTE PINARES DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 18-03- 2024 10:46:30

Código documento Trilce: TRI - 0740446



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUISPE CUTIPA JEAN MIDLER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA DNI: 76383216 ORCID: 0009-0007-5571-0703	Firmado electrónicamente por: JEQUISPECU el 18-03- 2024 11:56:12

Código documento Trilce: TRI - 0740447

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de Contenidos.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación	28
3.2. Variables y operacionalización.....	29
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos.....	32
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos.....	42
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN.....	85
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de la capacidad de servicio.....	27
Tabla 2. Elementos de las curvas.....	45
Tabla 3. Calibración del Rugosímetro MERLÍN.....	45
Tabla 4. Reporte de datos de campo N° 1.....	46
Tabla 5. Reporte de datos de campo N° 2.....	48
Tabla 6. Reporte de datos de campo N° 3.....	50
Tabla 7. Reporte de datos de campo N° 4.....	52
Tabla 8. Reporte de datos de campo N° 5.....	54
Tabla 9. Reporte de datos de campo N° 6.....	56
Tabla 10. Reporte de datos de campo N° 7.....	58
Tabla 11. Reporte de datos de campo N° 8.....	60
Tabla 12. Reporte de datos de campo N° 9.....	62
Tabla 13. Reporte de datos de campo N° 10.....	64
Tabla 14. Reporte de datos de campo N° 11.....	66
Tabla 15. Resultados obtenidos del IRI y PSI.....	68
Tabla 16. Comparación del IRI en tramos en tangente y tramos en curva.....	73
Tabla 17. Prueba de normalidad.....	75
Tabla 18. Correlación de Pearson, He1.....	76
Tabla 19. Valores corregidos del IRI en curvas.....	77
Tabla 20. Prueba de Normalidad, He2.....	79
Tabla 21. Correlación de Pearson, He2.....	80
Tabla 22. Valores corregidos del PSI.....	81
Tabla 23. Prueba de Normalidad, He3.....	83
Tabla 24. Correlación de Pearson, He3.....	84

Índice de figuras

Figura 1. Sección normal Meridiana mostrando el radio de curvatura del meridiano (M).....	11
Figura 2. Sección normal del primer vertical mostrando el radio de curvatura del primer vertical (N).....	11
Figura 3. Radio de curvatura del meridiano (M).....	12
Figura 4. Fuerza centrípeta y peralte.....	15
Figura 5. Transición del bombeo al peralte.....	16
Figura 6. Formula de Radios mínimos.....	18
Figura 7. Alineamientos de entrada y salida de la curva de volteo.....	18
Figura 8. Modelo de cuarto de carro.....	20
Figura 9. Perfilómetro láser.....	21
Figura 10. Walking Profiler.....	22
Figura 11. Rugosímetro MERLÍN.....	23
Figura 12. Perfilógrafo California.....	24
Figura 13. Bump Integrator.....	25
Figura 14. Rugosímetro roughmeter iii.....	26
Figura 15. Reconocimiento de la vía de articulación – Juliaca.....	32
Figura 16. Reconocimiento de la vía de estudio.....	33
Figura 17. Inicio de trabajos de recolección de la topografía de la vía.....	34
Figura 18. Fin de trabajos de recolección de la topografía de la vía.	34
Figura 19. Lecturas de datos de la calibración del Rugosímetro MERLÍN.....	36
Figura 20. Calibración del Rugosímetro MERLÍN.....	36
Figura 21. Esquema del Rugosímetro MERLÍN.....	37
Figura 22. Medición con el Rugosímetro MERLÍN en tramos en curva.....	38
Figura 23. Vista en perfil de las diferencias de nivel de los apoyos.....	39
Figura 24. Vista en planta de la medición con el Rugosímetro MERLÍN en curva...	40
Figura 25. Desviación del punto de medición de la regularidad.....	40
Figura 26. Formatos de recolección de datos en campo.....	41
Figura 27. Ubicación Política de la zona de estudio.....	43

Figura 28. Localización de la zona de estudio.....	44
Figura 29. Histograma de frecuencias N°1.....	47
Figura 30. Histograma de frecuencias N° 2.....	49
Figura 31. Histograma de frecuencias N° 3.....	51
Figura 32. Histograma de frecuencias N° 4.....	53
Figura 33. Histograma de frecuencias N° 5.....	55
Figura 34. Histograma de frecuencias N° 6.....	57
Figura 35. Histograma de frecuencias N° 7.....	59
Figura 36. Histograma de frecuencias N° 8.....	61
Figura 37. Histograma de frecuencias N° 9.....	63
Figura 38. Histograma de frecuencias N° 10.....	65
Figura 39. Histograma de frecuencias N° 11.....	67
Figura 40. Proyección en planta de la medición de regularidad.....	69
Figura 41. Descomposición de los componentes influyentes en el desplazamiento horizontal.....	70
Figura 42. Vista en perfil del desplazamiento vertical.....	71
Figura 43. Levantamiento topográfico de la geometría de la vía.....	73
Figura 44. Recolección de datos de la regularidad de la vía.....	73
Figura 45. Distribución de datos en tangente y curva.....	74
Figura 46. Medición del pivote al apoyo móvil.....	77
Figura 47. Obtención de datos en curvas consecutivas.....	77
Figura 48. Distribución de datos del IRI corregidos.....	78
Figura 49. Medición de la regularidad en tangente.....	81
Figura 50. Medición de la regularidad en curva.....	81
Figura 51. Distribución de datos del PSI corregidos.....	82

Resumen

El propósito de esta investigación es desarrollar un factor de corrección en la evaluación funcional de la vía de articulación en Juliaca para estimar la serviciabilidad en sectores con curvas, para ello se optó proponer un factor de corrección en función del radio para corregir el IRI en secciones con curvas consecutivas. La investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, diseño no experimental y con un nivel explicativo, la población está compuesta por la vía de articulación de 3+844.41 km, la muestra estuvo conformada del km 2+880 al 3+720, y el muestreo es no probabilístico, la técnica utilizada fue un levantamiento topográfico para conocer los elementos de la curva y la medición de la regularidad, los instrumentos utilizados fueron: estación total y el Rugosímetro MERLÍN.

Los resultados de la investigación fueron, que para la curva con menor radio el IRI es de 3.8 y para la curva con mayor radio el IRI es de 1.5, con la utilización del factor de corrección disminuyó de 3.8 a 1.8 y 1.5 a 0.5. Concluimos que, cuanto menor sea el radio mayor es el incremento del IRI y que con el factor de corrección se estima la serviciabilidad de la vía.

Palabras clave: Factor de corrección, radio de curvatura, diseño geométrico de carreteras, índice de regularidad internacional y índice de serviciabilidad presente.

Abstract

The purpose of this research is to develop a correction factor in the functional evaluation of the articulation road in Juliaca to estimate the serviceability in sectors with curves, for this purpose it was decided to propose a correction factor based on the radius to correct the IRI in sections with consecutive curves. The research is of applied type with a quantitative approach, non-experimental design and with an explanatory level, the population is composed by the articulation road of 3+844.41 km, the sample was conformed from km 2+880 to 3+720, and the sampling is non-probabilistic, the technique used was a topographic survey to know the elements of the curve and the measurement of the regularity, the instruments used were: total station and the MERLIN Roughness meter.

The results of the investigation were that for the curve with smaller radius the IRI is 3.8 and for the curve with larger radius the IRI is 1.5, with the use of the correction factor it decreased from 3.8 to 1.8 and 1.5 to 0.5. We conclude that the smaller the radius, the greater the increase of the IRI and that with the correction factor the serviceability of the road is estimated.

Keywords: Correction Factor, Superelevation, Radius of curvature, International Regularity Index, Geometric Design of Roads.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, el Banco Mundial (1970), a través de su Experimento IRRE, buscó relacionar y unificar los parámetros de regularidad de las superficies de las carreteras; sin embargo, al desarrollar la fórmula matemática para calcular el IRI, no se consideraron las desviaciones con respecto a una superficie hipotética plana y no curvada, ni los cambios de pendiente transversal en tramos de carretera con curvas, lo cual fue una limitación del modelo matemático utilizado. El IRI se ha utilizado como parámetro de control y aceptación de obras de proyectos nuevos de infraestructura, pero han surgido debates sobre la influencia de factores que pueden afectarlo, como la geometría de las carreteras, especialmente en secciones con curvas y pendientes pronunciadas. Jelves (2002), en su investigación, determinó que las curvas horizontales tienen un impacto significativo en el IRI y, por lo tanto, requieren un análisis detallado y específico, especialmente en el caso de carreteras de penetración; esto se debe a que el diseño de estas carreteras suele incluir curvas sucesivas con radios reducidos y distancias cortas para el desarrollo de los peraltes, lo que provoca un cambio en la inclinación transversal de la vía, que va desde el bombeo hasta el peralte. Al analizar los resultados del IRI obtenidos por un tren de perfilado de pavimento, se observa una tendencia a obtener valores más altos del IRI en zonas con curvas y pendientes constantes, lo que genera incertidumbre sobre la magnitud de la influencia de las variaciones geométricas en el cálculo de la regularidad; inicialmente, se asociaron los altos valores de regularidad con la dificultad para manejar las transiciones de bombeo a peralte y viceversa en las curvas horizontales, así como los cambios de pendiente en las curvas verticales.

A nivel nacional, Arteaga y Noriega (2019), mencionan que existen muchas controversias en Perú sobre la medición del IRI, estas controversias se deben tanto a variables geométricas como a variables constructivas que son evaluadas; debido a que la ecuación matemática utilizada para calcular el IRI fue desarrollada considerando que un vehículo podría transitar a 80 km/h en una superficie plana teórica, siguiendo la normativa americana; sin embargo, esta ecuación no es aplicable en vías montañosas en Perú, debido a la geografía del país que presenta

trazos sinuosos y fuertes cambios de pendiente longitudinal, lo cual complica la geometría de las vías. Días (2022) concluye que una carretera con geometría limitada provoca valores elevados de IRI al momento de su evaluación funcional del pavimento; a pesar de utilizar buenas prácticas constructivas y la mejor tecnología disponible en el mercado, no se puede alcanzar el nivel de regularidad deseado, que debería estar por debajo del estándar establecido. Las condiciones geométricas de la carretera, especialmente las relacionadas con el alineamiento horizontal, tienen un impacto significativo, ya que se observan valores de IRI superiores al umbral exigido, el diseño geométrico tiene incidencia en las carreteras de penetración debido a que el trazado se caracteriza por curvas de radio pequeño y distancias cortas para el desarrollo del peralte, características que influyen en la medición de la regularidad.

En el ámbito local, la Vía de articulación está ubicada en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, a una altura de 3.824 m.s.n.m., esta vía en estudio se desarrolla atravesando zonas de montaña, tiene una topografía accidentada y ondulada, y el trazo y replanteo se ajustan a la topografía existente; esta vía en la actualidad es una vía pavimentada teniendo como superficie de rodamiento una capa asfáltica; en relación a su diseño geométrico cuenta con sectores o tramos con curvas consecutivas que se adaptan a la topografía de este sector. Durante la medición de la capacidad de servicio de la vía, la evaluación de la serviciabilidad se ve afectada por el diseño geométrico de la vía, ya que presenta tramos sinuosos debido a la presencia de curvas y contracurvas con radios reducidos que alteran la evaluación, se observa valores de IRI típicamente altos. Esto se debe al cambio entre el bombeo natural de la calzada y el peralte máximo requerido por la curva, lo que provoca cambios en la cota del perfil longitudinal de la huella de circulación y vibraciones en el vehículo, donde se identifican cuatro variaciones bruscas de pendiente: en el punto de transición inicial del bombeo al peralte máximo de diseño de la curva, en el punto en el que alcanza el peralte máximo, en el punto en el que comienza la transición del peralte máximo al bombeo, y en el punto en el que se alcanza de nuevo el bombeo natural de la calzada.

En la presente investigación el problema general es: ¿Cómo influye el uso del factor de corrección en la evaluación funcional de una carretera con topografía accidentada, caso de la Vía de Articulación en Juliaca?. De igual manera, se propuso tres problemas específicos: Primero, ¿Cómo influye el Diseño Geométrico de carreteras en el Índice de Regularidad Internacional de la vía de Articulación en Juliaca?. Segundo, ¿de qué manera influye el radio de curvatura de la vía en la corrección del valor del Índice de Regularidad Internacional de la vía de Articulación ubicada en la ciudad de Juliaca?. Tercero, ¿Cómo influye la aplicación del factor de corrección del Índice de Regularidad Internacional para fines de determinar la serviciabilidad de un tramo de carretera con curvas consecutivas ubicada en la ciudad de Juliaca?.

La presente investigación tiene relevancia en términos de justificación teórica, ya que contribuirá al conocimiento sobre la interpretación del IRI en secciones con curvas y los factores que influyen en su cálculo; Díaz (2022), las propiedades geométricas de una carretera, en particular el alineamiento horizontal, tienen un efecto importante en los valores de IRI, los cuales pueden exceder el límite requerido; según Ramos (2023), los resultados forman parte de los avances científicos, los cuales son limitados en este campo de estudio, para la continuidad de la investigación identificada. Con base en el factor de corrección obtenido, se propondrá establecer un nuevo umbral o tolerancia en el control de la regularidad al medir el IRI; esto permitirá obtener nuevas premisas, conclusiones y aportes técnicos para cerrar brechas de conocimiento en relación al tema de estudio, específicamente en la corrección de la regularidad superficial en tramos accidentados de carreteras. En cuanto a la justificación Práctica, los resultados de esta investigación serán fundamentales para la modificación de los umbrales en la evaluación de la regularidad superficial en carreteras sobre topografía accidentada y con curvas consecutivas lo cual aportara significativamente al ámbito de estudio.

En la presente investigación la justificación social, se fundamenta en establecer los parámetros de serviciabilidad y seguridad dentro del diseño geométrico propio de las vías, donde los principales beneficiarios son la ingeniería vial y la población que diaria o esporádicamente transitan por la Vía de articulación. Respecto a la

justificación metodológica, la presente investigación plantea una estrategia para una adecuada evaluación funcional de una carretera diferenciando tramos en tangente y tramos en curva con un análisis por separado dado la diferencia en los elementos del diseño geométrico. Una vez que se ha establecido la necesidad de conocer el estado de las vías en términos de servicio, los diferentes actores involucrados en la gestión y mantenimiento vial, como el MTC, Provias Nacional, Provias descentralizado, los gobiernos locales, los concesionarios viales o los contratos de mantenimiento vial, pueden obtener esta información a través de diversas metodologías. Estas incluyen la medición del IRI utilizando equipos láser, bump integrator, Roadroid, entre otros; la medición del PSI; el Inventario de Condición del MTC, que es una simplificación del PSI; y también a través de juicio experto, encuestas a usuarios, entre otros métodos.

El objetivo general en esta investigación es: Desarrollar un factor de corrección en la evaluación funcional de la vía para conocer la real serviciabilidad de la vía de articulación en Juliaca. Asimismo, se plantearon tres objetivos específicos: Primero, comparar el Índice de Regularidad Internacional en tramos en tangente y tramos en curva de la vía de Articulación en Juliaca. Segundo, corregir el valor del Índice de Regularidad Internacional en función del radio en sectores con curvas consecutivas de la Vía de Articulación en Articulación en la ciudad de Juliaca. Tercero, estimar la real serviciabilidad de secciones con curvas consecutivas de la Vía Articulación en la ciudad de Juliaca.

Esta investigación propone la siguiente hipótesis general: El uso de un factor de corrección en la evaluación funcional en la vía permitiría conocer la real serviciabilidad de la vía de articulación en Juliaca. Asimismo, se plantearon tres hipótesis específicas: Primero, los parámetros del Diseño Geométrico de una vía alterarían el Índice de Regularidad Internacional medido con Rugosímetro MERLÍN. Segundo, el uso de un factor de corrección del Índice de Regularidad Internacional en función del radio reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas. Tercero, el uso de un factor de corrección al Índice de Regularidad Internacional permitiría estimar la real Serviciabilidad de la vía de articulación en Juliaca de un tramo con curvas consecutivas

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales para esta investigación, Diaz (2022), se propuso como objetivo el análisis y evaluación del IRI real y el IRI teórico del tramo longitudinal de la carretera de la sierra. Fue una investigación aplicada y no experimental. La población estuvo compuesta por la carretera longitudinal de la sierra tramo II ubicados en los departamentos de Cajamarca y La Libertad, la muestra de la investigación es de 82.80 km comprendidos entre Trujillo-Cajamarca-Chiple-Chilete-Ciudad de Dios y el muestreo fue no probabilístico. Se utilizaron los siguientes instrumentos: expediente técnico, AutoCAD Civil 3D, perfilómetro LCMS, software de diseño ProVAL 6.31. Los principales resultados fueron si se presenta de 1 curva a 2 curvas por kilómetros, el IRI geométrico suele estar por debajo de 0.5 m/km. Pero, cuando se presentan 3 o más curvas se obtienen valores superiores al IRI teórico. concluyó que el IRI teórico resultante varía de 0.23 m/km hasta 3.25 m/km dependiendo del número de curvas por km, indicando que hay tramos que superan el IRI teórico en 0.5 m/km. Por lo tanto, se ha propuesto un factor de 3.1 m/km para esta carretera de segunda clase.

Arteaga y Noriega (2019), tuvieron como objetivo analizar el IRI de una carretera de tercera clase para determinar el efecto de variables geométricas y estructurales utilizando el rugosímetro MERLÍN y el Perfilómetro Láser CHASQUI. esta investigación fue descriptiva y no experimental. La población estuvo conformada por un tramo de la carretera COTAHUASI-PAUSA-MARAN del departamento de Arequipa, la muestra de la investigación estuvo comprendida entre las progresivas 280+000 y 282+000 km comprendidos entre la carretera Cotahuasi-Pausa-Maran y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos utilizados fueron: cinta métrica, Rugosímetro de Merlín y Perfilómetro laser. Los resultados más importantes fueron: del tramo II un IRI de 5.99 m/km y del tramo IV un IRI de 6.32 m/km, dichos valores fueron los más críticos de los sectores estudiados, debido a que presenta una geometría accidentada y las curvas son muy cerradas con radios de giro muy pequeños y peraltes muy pronunciados, estos tramos críticos presentan un factor de estimación de 0.33 m/km. Concluyeron que las mediciones realizadas con el perfilómetro láser y el rugosímetro MERLÍN son muy cercanos en el tramo 5, debido

a que este tramo es recto, se puede observar la influencia de la geometría de la vía cuando se mide el IRI y observamos que el tramo 2 resulto un IRI de 6 m/km, debido a la presencia de 3 curvas.

Peña (2018), tuvo como objetivo evaluar el IRI teórico e IRI real. Aplicando métodos aceptados y utilizados en el Perú. Fue una investigación de tipo aplicada con alcances tecnológicos. La población estuvo conformada por la carretera Huancarani–Paucartambo del departamento de Cusco, la muestra de la investigación está comprendida del km 0+000 al km 17+320 y el muestro fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron: los planos y expediente técnico, Rugosímetro III ARRB, Civil 3d y el software de ingeniería ProVAL 3.61. Los resultados obtenidos fueron que los IRI teóricos e IRI real resultan diferentes de cero, el promedio del IRI teórico es de 0.56 m/km, mientras el promedio del IRI real es 1.51 m/km. Concluyó que por la geometría misma de la carretera incrementa un promedio de 0.95 m/km el valor del IRI real, este promedio sobrepaso el factor de estimación que era del 0.5 m/km.

Flores y chura (2022), tuvieron como objetivo desarrollar un nuevo modelo matemático para calcular el IRI en carreteras con tramos sinuosos. Caso: Red vial Urcos-Ocongate PE-30C en la región del cusco, 2018. Fue una investigación de tipo aplicada o tecnológica. La población estuvo formada por 56.6 km, la muestra de la investigación fue de 56.6 km y el muestreo fue no probabilístico. El instrumento empleado fue la base de datos de OSITRAN. Los resultados obtenidos del modelo matemático fueron: con un coeficiente de Pearson de 0.901 que corresponde a una correlación muy alta, explica que ante un incremento en la tasa de cambio de curvatura se incrementa el IRI. El modelo basado en el cambio de curvatura se expresaría como: $IRI_{ts} = IRI - 0.00193 * CCR$. Modelo que por su alta confiabilidad podría ser usado en vías con similares características, en tramos sinuosos con $CCR > 200$. Se concluyo que la consistencia de trazado de la vía al presentar un coeficiente de Rho de Spearman 0.85, correlación alta que explica la influencia del nivel de consistencia de la carretera en los resultados obtenidos elevados del IRI en carreteras con presencia de tramos sinuoso, siendo el factor de estimación de condición mala la mayor influencia.

Como antecedentes internacionales de esta investigación, Cayambe y Jara (2022), tuvo como objetivo medir el nivel de servicio de las vías secundarias de los cantones Riobamba, Guano y Chambo conforme al índice de Regularidad Internacional. Fue una investigación de tipo aplicada con enfoque mixto. La población fue los cantones Riobamba, Guano y Chambo, la muestra fue: Riobamba-Pulín de 9,74 km, Guano-Illapo de 14,65 km, Guano-San Andrés de 9,11 km, Chambo-Cubijes de 12,96 km y Chambo-Cebadas 17,88 km, el muestreo fue probabilístico. Los instrumentos empleados fueron: inventario vial del GADPCH, rugosímetro MERLÍN. Los resultados fueron: en el tramo Riobamba-Pulín se obtuvo un IRI de 2.6 y una serviciabilidad de 4.0, Guano-Illapo un IRI de 3.2 y PSI de 3.8, Chambo-Cubijes un IRI de 3.3 y PSI de 3,8 y en el tramo Chambo-Cebadas un IRI de 4.2 y PSI de 2.9. Se concluyó que en la carretera secundaria Riobamba–Pulín se obtiene un valor de IRI bajo a lo largo del trayecto por medio del ensayo con el rugosímetro de MERLÍN revelando una capacidad de serviciabilidad muy buena, contando con una regularidad que varía muy poco, no presenta curvas, lo que nos demuestra el buen estado de la superficie de la carretera, los tramos en tangente presentan un factor que varía de 0.9 m/km.

Como artículos en esta investigación, Shong y otros (2020), tuvo como objetivo detectar la regularidad de la superficie de la carretera en la ciudad de Taípe y recomendar umbrales IRI apropiados para la rehabilitación de carreteras. Fue un estudio de análisis estadístico. La población fue un total de 171 secciones de pavimento de concreto asfáltico en la ciudad de Taípe, la muestra fue: de 803.49 km, el muestreo fue estadístico. Los instrumentos utilizados fueron un perfilómetro inercial. Los resultados fueron que el valor promedio del IRI calculado antes de la nivelación fue de 5.91 m/km, y el valor promedio del IRI después de la corrección fue de 3.84 m/km. Se concluyó que el 84.80 % de las vías corregidas tenían un IRI < 4.5 m/km, lo que indica que la implementación del proyecto de nivelación de la geometría de la vía tuvo un resultado revelador en la mejora de la suavidad de la carretera.

Lindsay, Newman y Franconi (2019), tuvo como objetivo estimar la regularidad superficial multiescala basado en la desviación estándar de las superficies

normales. La población fue la ciudad de Brantford, Canadá, la muestra fue de 210 km cuadrados y el muestreo fue probabilístico. El instrumento empleado fue un modelo de elevación digital DEM LiDAR de 0.5 m. Los resultados fueron que los valores más altos de la desviación estándar máximos de regularidad ocurrían a lo largo de los taludes empinados. Se concluyó que existe diferencias significativas en los factores de estimación de la regularidad máxima y la escala de la regularidad máxima entre las diversas categorías de caminos, es decir, según la complejidad de la superficie

Benedetto y otros (2020), tuvieron como finalidad comparar el Índice de Regularidad Internacional derivado del perfilómetro inercial de alta velocidad con otros dos índices de regularidad, uno dinámico y otro geométrico calculados en un modelo de elevación digital (DEM). La población fue la carretera suburbana secundaria de Milán, la muestra fue de 4 km de longitud, desde el km 10+350 hasta el km 13+870 y el muestreo fue estadístico. Los instrumentos utilizados fueron: Penetración Dinámica de Cono (DCP), sistema global de navegación por satélite y perfilómetro inercial. Los resultados obtenidos fueron que las aceleraciones verticales registradas a 40 km/h con las de 100 km/h muestra que el aumento del factor medio fue de 23.1 %. Se concluyó que las diferencias entre los factores de IRI derivados del perfilómetro y los valores de DEM fueron suficientemente pequeños como no cambiar y afectar sustancialmente la evaluación de las secciones individuales.

Teorías

Variable independiente: Factor de corrección

Factor de corrección

El factor de corrección es un ajuste que se realiza para mejorar la precisión cuando se aplica una distribución continua a una distribución discreta; este ajuste matemático tiene en cuenta las desviaciones en la muestra o el método de medición. Además, se utiliza como una constante para corregir valores calculados

y ajustar indicadores por cambios no considerados inicialmente durante la recopilación de datos o el muestreo. Para tener en cuenta la inexactitud sistemática, se multiplica la solución de una ecuación por un factor de corrección conocido, designadas para evaluar los componentes inciertos de los datos medidos, son esenciales en el análisis de errores. Sin embargo, incluso con estas técnicas más refinadas, debemos reconocer que el logro de una calificación más alta y/o más válida por parte de un estudiante depende en gran medida de su personalidad y patrón de respuesta. Incluso si esto no fuera el caso, nuestra opinión es que, al proporcionar tiempo adicional para responder a los ítems, se incrementa la confiabilidad de la prueba.

Diseño geométrico

El Diseño Geométrico es el componente más crucial, ya que determina la configuración geométrica tridimensional de la carretera, garantizando que sea práctica, segura, acogedora, atractiva, rentable y respetuosa con el medio ambiente. Mediante la aplicación de la geometría, las matemáticas y la física, el diseño geométrico de las carreteras establece una relación entre sus componentes físicos y las características de conducción de los automóviles, en este sentido, la disposición de la sección transversal, el plano y perfil del eje de la carretera sirven como sus límites geométricos, este eje horizontal se compone de tangentes, que son un conjunto de tramos rectos conectados por curvas. El diseño geométrico se realiza a través de un proceso iterativo, en el cual se construye la geometría de la carretera utilizando un modelo espacial que se evalúa constantemente, teniendo en cuenta todos los requisitos y objetivos del diseño. Se realizan modificaciones continuas en busca de optimizar la realidad física y funcional final.

Peralte

El peralte es la inclinación horizontal aplicada por las curvas a la carretera para compensar el componente de peso propio de la fuerza de inercia del vehículo (fuerza centrífuga, aunque el nombre es incorrecto) y garantizar que la fuerza total permanezca aproximadamente perpendicular al plano de la calzada. La finalidad

del peralte es contrarrestar la fuerza centrífuga que empuja el coche fuera de la curva y tiene como función, drenar el agua de la calzada, lo que requiere una pendiente mínima del 0,5%. La fórmula teórica para una curvatura sin fricción con una velocidad y un radio dados es $\tan \theta = \frac{v^2}{Rg}$, donde θ es el ángulo de curvatura; el peralte está definido precisamente como esta tangente, por lo que es una cantidad adimensional y en una curva inclinada, el automóvil se mueve en un círculo de radio "R" con velocidad constante "v". Uno de los principales obstáculos para resolver este problema es separar el movimiento tangencial (velocidad uniforme) del movimiento radial del automóvil que intentamos estudiar; fundamento físico, supongamos que un automóvil se mueve en un círculo de radio "R" con velocidad constante "v", para una fuerza inercial fuera del automóvil, las fuerzas que actúan sobre un objeto en movimiento: peso, reacción del pavimento, fuerza de rozamiento, esta última es la que hace que el automóvil represente un círculo; aplicando la segunda ley de Newton al movimiento radial, nos queda $N = m \cdot g$, puesto que "v" es la velocidad del objeto en movimiento y "R" es el radio del círculo, describe cómo a medida que aumenta la velocidad "v", aumenta la fuerza de rozamiento "Fr" hasta alcanzar un determinado valor.

Radio de curvatura

Sobre la superficie de un elipsoide, a través de un punto de la superficie, se pueden dibujar un número infinito de planos que contengan la normal a ese punto, estos planos se denominan planos normales; además, la línea de intersección del plano normal y el elipsoide se llama sección normal. Cada punto tiene dos normales mutuamente perpendiculares de máxima y mínima curvatura, denominadas meridiano y primera normal vertical, y sus radios de curvatura están representados por (M) y (N) respectivamente (Figuras 1 y 2), según la Figura 2, el radio de curvatura de los meridianos se incrementa desde el ecuador hacia los polos, y el radio de curvatura en la primera línea vertical muestra un cambio similar (Figura 3), una vez que se resuelvan las fórmulas (M) y (N), rápidamente quedará claro por qué. En el espacio euclídeo tridimensional, cada punto de una superficie tiene dos radios de curvatura cuyos centros están en la recta normal a la superficie; si ambos radios son finitos, se tiene que en un punto elíptico los centros de curvatura están

en el mismo lado con curvatura gaussiana positiva; en un punto hiperbólico, los centros están en lados opuestos con curvatura gaussiana negativa; y en un punto parabólico, uno de los radios es infinito.

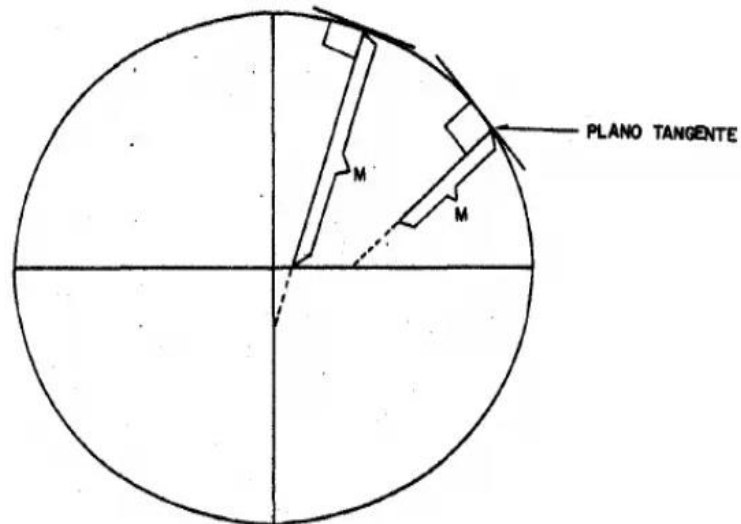


Figura 1. Sección normal Meridiana mostrando el radio de curvatura del meridiano (M). (Krakiwsky y Thomson, 1974, pág. 15)

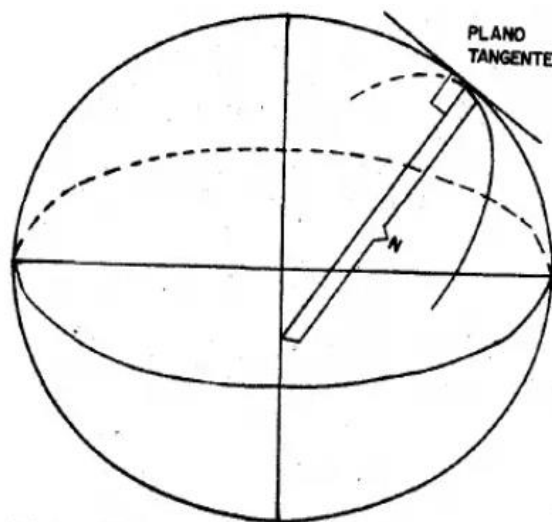


Figura 2. Sección normal del primer vertical mostrando el radio de curvatura del primer vertical (N). (Krakiwsky y Thomson, 1974, pág. 16)

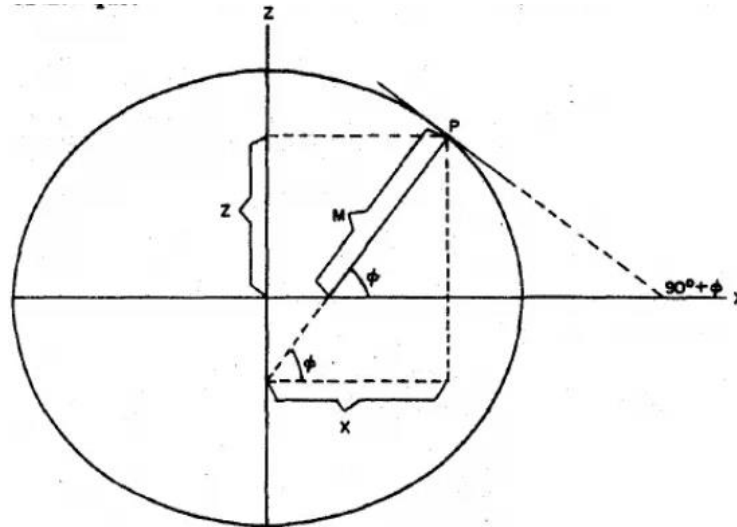


Figura 3. Radio de curvatura del meridiano (M). (Krakiwsky y Thomson, 1974, pág. 17)

Variable dependiente: Evaluación funcional

Evaluación funcional

La evaluación funcional implica la búsqueda activa de explicaciones para ciertos comportamientos o patrones de comportamiento en la práctica; se busca comprender en qué consiste la conducta, en qué condiciones específicas se produce y qué consecuencias genera. En el caso de los reforzadores, se busca explicar cómo se mantendrá en el futuro; en resumen, se busca encontrar la causa, además, la evaluación funcional busca generar hipótesis plausibles sobre el origen de la conducta, cómo comenzó, así como las vulnerabilidades y variables involucradas. La evaluación de las conductas problemáticas, como el funcionamiento, el desgaste y la condición, siempre se realiza de manera dinámica y longitudinal, considerando la secuencia de la conducta en sí, las situaciones que la desencadenan y las consecuencias resultantes.

Regularidad superficial

Barriga (2019), el Índice de Regularidad Internacional (IRI) puede entenderse como un indicador estadístico de la irregularidad de la superficie plana e indica la diferencia entre el perfil teórico (IRI=0) y el perfil real. A una velocidad de circulación

de 80 km/h, el IRI sintetiza matemáticamente el perfil longitudinal de la calzada en la huella, teniendo en cuenta las ondulaciones provocadas por la regularidad de la calzada del vehículo, y la pendiente media corregida se explica por el valor de referencia del producto. En este sentido, cabe decir que el valor de IRI se determina de acuerdo a las definiciones relacionadas con la mecánica vibracional de los sistemas dinámicos variables; más específicamente, movimiento de suspensión acumulativo.

Serviciabilidad

Esta teoría fue desarrollada por la AASHTO, el índice de serviciabilidad (IS) se utiliza para evaluar el estado del pavimento a lo largo del tiempo, se basa en la evaluación de diversos tipos de daños y deterioros en el pavimento, como grietas, deformaciones y Regularidad. Los investigadores de la AASHTO intentaron correlacionar el índice PSR, inherentemente subjetivo con un indicador objetivo denominado Índice de capacidad de servicio de la carretera (PSI), para lo cual, desarrollaron un modelo de regresión lineal utilizando los datos logrados en un segmento de prueba construido por la propia organización; así mismo, el PSR se evalúa como una función derivada Pendiente variable (SV) y contribución variable Grietas y agujeros. Por otra parte, la teoría Mecanicista-Empírica combina principios mecánicos con datos empíricos para pronosticar el comportamiento de la carretera, de acuerdo a modelos matemáticos que consideran las propiedades del material, el tráfico, el clima y otros factores para estimar la respuesta del pavimento ante las cargas y el paso del tiempo, la teoría Mecanicista Empírica es ampliamente utilizada en el diseño de pavimentos tanto rígidos como flexibles.

Enfoques conceptuales

Variable independiente: Factor de corrección

Factor de corrección

Un factor de corrección es aquel por el cual se corrige toda la serie de datos con manipulaciones anteriores si se cambia la operacionalización de los datos basándose en los criterios técnicos establecidos para realizar cálculos correctos, la medición se multiplica por un factor numérico que corrige los errores sistemáticos. La corrección basada en el factor adivinatorio sigue siendo popular en las pruebas comerciales de rendimiento, su popularidad ha ido disminuyendo en las pruebas creadas por los maestros, este enfoque suele resultar desagradable para los alumnos, muchos maestros tienen dificultades para justificarlo, y los hallazgos experimentales cuestionan su verdadera utilidad; De hecho, el uso de fórmulas para la calificación debería limitarse a: pruebas muy difíciles, situaciones en las que los alumnos tienen tasas diferenciales de adivinación y pruebas de opción múltiple con menos de cinco opciones. Sin embargo, a través de métodos de calificación más complejos (como la calificación basada en niveles de confianza, la asignación empírica de pesos relativos, la calificación basada en probabilidades, entre otros), es posible disminuir la probabilidad de adivinar al azar.

Diseño Geométrico

Es una técnica de construcción que tiene que ver con la topografía del trazado de carreteras o calles; la ubicación de la carretera en la superficie viene determinada por muchos factores, entre ellos topográficos, geológicos, medioambientales, hidrológicos y sociales y urbanos. Como primera etapa en la planificación de una carretera es efectuar un estudio de viabilidad para determinar en qué corredor debe localizarse, normalmente se estudian varios corredores y se estiman los costos medioambientales, económicos y sociales de la construcción de carreteras; una vez seleccionado el corredor, se define el trazado exacto, se minimizan los costos y se calcula el costo total del proyecto de construcción, especialmente el costo del movimiento de tierras y la pavimentación necesaria. En el diseño geométrico, es imprescindible garantizar la visibilidad de los contadores de enfrente en todos los puntos del plano, lo que implica despejar el terreno, nivelar el cambio de pendiente y prestar atención a la visibilidad de las curvas.

Peralte

El peralte se define como la inclinación transversal de la carretera en las curvas horizontales para contrarrestar las fuerzas centrífugas que hacen que los vehículos se desvíen radialmente de la carretera; consiste en elevar el borde exterior de la carretera curva a un nivel que permita al vehículo resistir la fuerza centrífuga (F_c), evitando que el vehículo desvíe su trayectoria hacia el exterior. Si consideramos de manera simplificada las fuerzas que actúan sobre un vehículo que circula por una vía curva horizontal, encontramos que la única fuerza que se opone al desplazamiento lateral del vehículo es la fricción entre el neumático y la superficie de la carretera. Sin embargo, la fricción no es suficiente para evitar el desplazamiento lateral, Por lo tanto, para evitar el descarrilamiento del vehículo, es necesario que la componente perpendicular a la carretera siempre tenga la misma dirección y suma, lo que contribuye a la estabilidad del vehículo, mientras que la componente paralela a la carretera tiene dirección opuesta y puede cambiar el efecto percibido del vehículo.

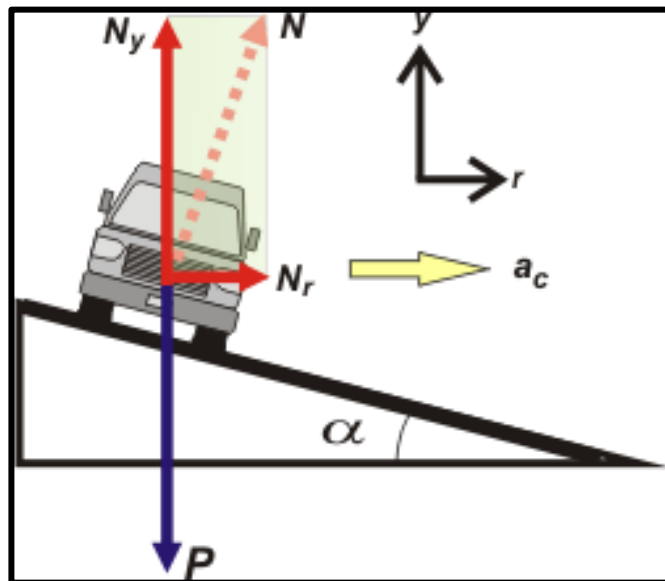


Figura 4. Fuerza centrípeta y peralte. (Cabrera 2016).

Transición del bombeo al peralte

En la alineación horizontal, la pendiente de la vía debe ser desde el tramo tangente al tramo en curva, es decir, debe pasar de bombeo al peralte correspondiente a la curva; estos cambios ocurren gradualmente a lo largo de una curva de transición,

si no hay curva de transición, una parte se desarrolla en la tangente y la otra parte se desarrolla en la curva. Para flexión y desgaste, la longitud del desgaste cambia con la longitud de la transición. Hay tres formas de obtener la transición del peralte: girando la pieza alrededor de un eje central; girando la sección alrededor del borde interior de la sección; girando alrededor del borde exterior de la carretera. Los criterios para determinar la longitud máxima de transición dependen de la velocidad del diagrama, la transición a lo largo de la trayectoria con respecto al eje de rotación es lineal y la velocidad de transición es la cotangente del ángulo α ; el borde es el eje de rotación.

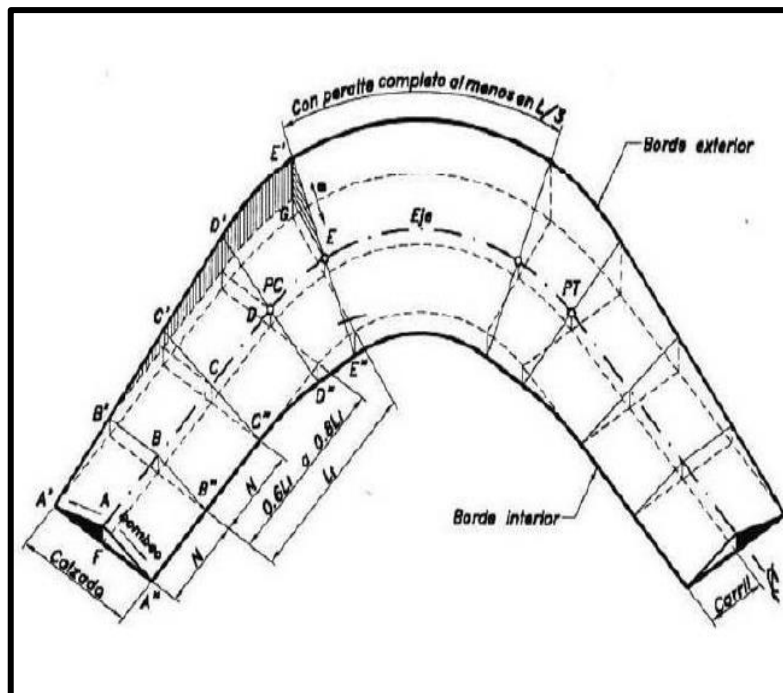


Figura 5. Transición del Bombeo al peralte. (Aguirre 2018).

Radio de curvatura

El radio de curvatura es la medida de la curvatura de la carretera en relación con el eje en línea; no todas las curvas en la vía son círculos, algunas como las curvas clotoideas tienen un radio de curvatura que cambia gradualmente, permitiendo una transición suave a una línea recta u otra curva. Hay dos formas de medir el radio mínimo de curvatura: Radio interior o radio de línea central; se puede determinar la intensidad de rotación del eje, definida en relación con la longitud del arco que se mueve. Si se quiere trazar el arco en una curva circular con un radio pequeño en el terreno, casi siempre es posible encontrar el centro del círculo y utilizarlo para

obtener los puntos de la curva, sin embargo, con radios grandes, el centro está demasiado lejos del punto de curvatura, y el grado de curvatura se convierte en una medida útil para el diseño y colocación de puntos de curvatura en operaciones a gran escala tales como actividades normales de tendido de carreteras y ferrocarriles.

Radios mínimos

El radio mínimo es el valor límite de curvatura para la velocidad de diseño especificada y está relacionado con la elevación máxima y la fricción lateral máxima especificadas para el diseño. Un vehículo puede perder el control en una curva si la pendiente o pendiente de la curva es insuficiente para limitar la velocidad, si hay poca fricción lateral entre las ruedas y el pavimento, el coche patina. Sin embargo, utilizar un radio menor supone apostar por el coeficiente de fricción lateral que puede no garantizar que el neumático se adhiera a la superficie de la carretera, o que tenga un índice de baches. Por lo tanto, el radio mínimo de la curva horizontal es el radio mínimo que se puede recorrer a la velocidad de diseño y al índice de altitud máxima en condiciones seguras y cómodas. Para calcularlo, puedes utilizar la siguiente fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Figura 6. Formula de radios mínimos (Diseño Geométrico DG – 2018).

Curvas de volteo

Las curvas se diseñan en terrenos accidentados para alcanzar cotas superiores sin superar la pendiente máxima y no se pueden reemplazar con otros trazados; en autopistas no se utilizan curvas de volteo, pero en carreteras de primer orden se pueden usar si está justificado técnicamente y económicamente con un radio mínimo de 20 metros. Los ramales pueden ser rectos con una sola curva de enlace en el centro y, dependiendo del desarrollo de la curva de giro, pueden ser paralelos entre sí. La curva de giro está determinada por dos arcos de círculo con radio interior "Ri" y radio exterior "Re", en la siguiente figura se muestra una situación en

la que la alineación de la entrada y salida de la curva de volteo crea una configuración compleja. En la planificación de carreteras de alta montaña, es común la necesidad de diseñar curvas de retorno en una pendiente para lograr alcanzar una altitud específica; esto se hace con el objetivo de evitar superar las pendientes máximas permitidas y así garantizar la seguridad y viabilidad de la vía en cuestión.

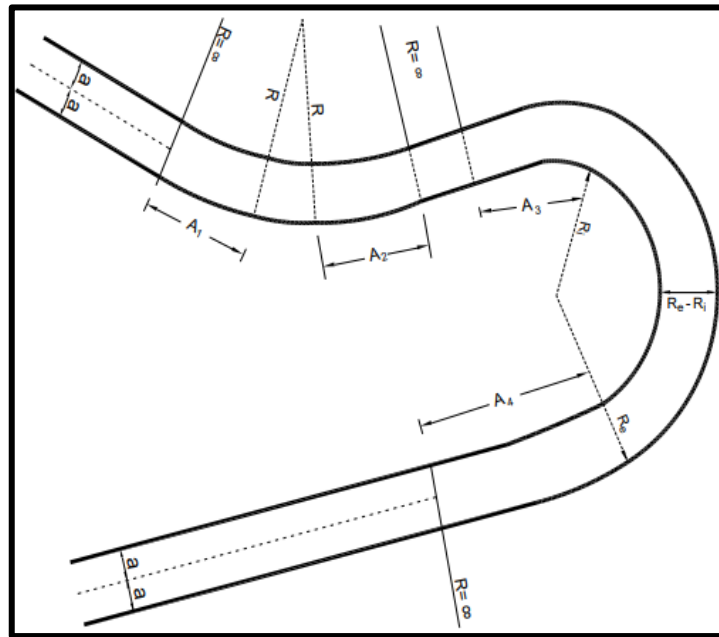


Figura 7. Alineamientos de entrada y salida de la curva de volteo (Diseño Geométrico DG-2018).

Variable dependiente: Evaluación Funcional

Evaluación funcional

Es un proceso diagnóstico multidimensional, diseñado para cuantificar e identificar los problemas físicos, funcional y mecánicos que pueda presentar la carretera. El propósito de la evaluación funcional es obtener mayor información posible sobre la función a partir de una revisión sistemática y evaluación detallada utilizando pruebas, mediciones e interpretación de datos para determinar el diagnóstico y el pronóstico, y reducir o eliminar los problemas, plan e identificar y documentar las calificaciones de la carretera. Las evaluaciones funcionales son fundamentales para determinar los deterioros que se presentan en el pavimento, ya que dependiendo del tipo de pavimento, se llevan a cabo diferentes tipos de estudios para analizar su estructura; los factores agresivos que más influyen en el desgaste

de un pavimento son el agua, el tráfico y el clima, siendo el mal drenaje del agua en la carretera y las cargas repetitivas de tráfico los principales responsables de los daños permanentes en el pavimento; Para evaluar el estado de un pavimento, se pueden utilizar tres formas distintas: la inspección visual, los ensayos no destructivos y los ensayos destructivos, cada uno de ellos proporcionando información valiosa para determinar su condición actual y futuras necesidades de mantenimiento.

Serviciabilidad

La capacidad de servicio es un valor que determina el nivel de comodidad y seguridad de la superficie en relación con el tráfico normal y natural de todo tipo de vehículos; por otra parte, si el estado de la carretera es deficiente y/o se deteriora, el índice final de capacidad para el servicio Dependiendo de la clase de carretera o vía, se tiene en cuenta el valor 0 (que significa que está en muy mal estado). La capacidad de servicio de una carretera está definida como la capacidad de soporte al tráfico para el que se ha diseñado y como la capacidad del pavimento para servir a aquellos que son los clientes de las carreteras. Al comparar los pavimentos de esta manera, se puede decidir cuál mejorará la calidad del pavimento y la apariencia de la superficie a largo plazo..

Índice de Regularidad Internacional

Se define como la desviación de una superficie dada respecto a un plano teórico con dimensiones que afectan a la dinámica del vehículo, la comodidad de la conducción, las cargas dinámicas y el drenaje, como los perfiles longitudinales y transversales. El IRI se considera portátil y reproducible porque puede calcularse a partir de perfiles reales y de todos los perfiles disponibles; además, es estable a lo largo del tiempo, el concepto de perfil verdadero tiene el mismo significado todos los años y las transformaciones matemáticas posteriores del contorno verdadero es estable a lo largo del tiempo. El IRI se considera portátil y reproducible, ya que se puede calcular utilizando un perfil verdadero y cualquier Perfilógrafo válido; además, es estable a lo largo del tiempo, ya que el concepto de perfil verdadero

mantiene el mismo significado de un año a otro y la transformación matemática del perfil verdadero también se mantiene estable con el tiempo.



Figura 8. Modelo de cuarto de carro (Harris 2017).

Equipos de medición de regularidad.

Perfilómetro láser

Es un medidor de distancia basado en un láser y un acelerómetro inercial para registrar el perfil longitudinal y lateral de una carretera al tiempo que extrae datos de regularidad, las evaluaciones se efectúan cuando el vehículo está integrado al tráfico en tu totalidad. Actualmente existe una versión que permite realizar mediciones a velocidades inferiores a 20 km/h sin modificar en absoluto los resultados, esto permite mediciones 2D/3D, como la diferencia de altura, el ancho o la medición de ángulos con un solo sensor. Además de los datos de altura, los escáneres láser también recopilan datos de fuerza para proporcionar una solución confiable para la medición e inspección en línea, esta gama incluye una amplia gama de sensores que admiten una variedad de aplicaciones e industrias.



Figura 9. Perfilómetro a láser (Universidad de la República 2015).

Walking Profiler

Un perfilómetro de marcha es un distanciómetro acelerómetro inercial que se utiliza para registrar el perfil longitudinal de una carretera; la portabilidad del equipo permite realizar mediciones a velocidad de marcha, ya que sólo es necesario que una persona lo empuje para recoger la información de inmediato. Actualmente existen versiones que integran un ordenador portátil en la máquina para su procesamiento in situ; además de los distintos rugosímetros que existen, hay varios que obtienen un valor IRI mediante un programa. Los métodos existentes se dividen en cuatro categorías en función de lo cerca que estén sus mediciones del IRI real. Los datos se recogen a diferentes velocidades, hasta 5 km/h y se controlan mediante una tableta con sistema operativo Android, los resultados se muestran en la pantalla en tiempo real y se pueden determinar en función de la ubicación; además, los datos también se pueden descargar a la nube mediante una conexión Wi-Fi o USB.



Figura 10. Walking Profiler (ARRB Systems 2023)

Perfilómetro MERLÍN

Se trata de un dispositivo desarrollado por el Instituto de Investigación de Carreteras y Transportes (TRRL) en Reino Unido, su diseño se basó en el principio de un perfilómetro estático; es decir, utiliza la variación de las desviaciones de la superficie respecto a la cuerda media como método para estimar la regularidad de la superficie de la carretera, que no es nuevo ni original del TRRL. El MERLÍN es una unidad compuesta por un marco formado con dos componentes verticales y uno horizontal, uno de estos componentes verticales es la rueda, y una revolución de la rueda es de 2,15 m; una varilla vertical se extiende desde el centro del miembro horizontal, cuyo extremo inferior pivota para mover el brazo; el extremo inferior tiene un tornillo deslizante ajustable, sin embargo, el extremo superior tiene un puntero, la relación del brazo entre las secciones del extremo pivotante, 1:10, cada vez que la rueda gira, se hace una observación en función de la posición del cursor hasta completar 200 observaciones. En el proceso de adquisición de datos, el histograma de distribución de frecuencias se rellena con 200 resultados de medición y, a continuación, se eliminan los datos correspondientes al error, la

siguiente expresión se utiliza para relacionar la regularidad determinada utilizando MERLÍN con el Índice Internacional de Regularidad, un parámetro utilizado para normalizar los resultados de las distintas unidades disponibles actualmente:

Si se encuentra en un rango de $2.4 < IRI < 15.9$, el $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$

Y si se encuentra en un rango de $IRI < 2.4$, el $IRI = 0.0485 * D$



Figura 11. Rugosímetro MERLÍN.

Perfilógrafo California.

Permite calcular el perfil longitudinal de una vía y se determina a partir un índice de perfil de una carretera; el dispositivo consta de un arco metálico rígido, camiones situados en cada extremo del marco, una rueda neumática de inducción y una consola de registro. La prueba consiste en calcular la regularidad de la superficie registrando los datos de los cambios entre la rueda principal con respecto a las ruedas de apoyo formando una línea recta de referencia, estos cambios se registran en el mapa del perfil; es importante tener en cuenta que la sección de medición no debe ser inferior a 200 m. Para obtener el índice de sección de la carretera, se cuentan todos los salientes superiores a 10 mm, se dividen por la longitud nominal

y se multiplican por 1000; el índice resultante se indica en cm/Km, la principal desventaja de utilizar este dispositivo es no obtener el valor del IRI de la superficie.



Figura 12. Perfilógrafo California (Surface Systems & Instruments, Inc.2017)

Bump Integrator

El integrador de baches, también conocido como sistema reactivo de medición de la Regularidad de la calzada (RTRRMS), se montan en la carrocería y se conectan mediante cables al equipo situado en el eje trasero; el cambio entre el eje trasero y la carrocería (movimiento hacia arriba y hacia abajo) se cuantifica como un intervalo de longitud que representa el cambio diferencial en las masas que forma parte de la teoría de la cuarta ecuación mencionada anteriormente. Para el registro de datos, el vehículo se conduce a una velocidad constante de 40 km/h sobre la superficie a evaluar, donde las posibles irregularidades provocarán movimientos verticales, que se interpretan y cuantifican utilizando una unidad de metro, cuyos valores se recogen con posterior conversión en unidades IRI (m/Km) utilizando la ecuación respectiva, esta correlación requiere una comparación de resultados entre un integrador de choque y un dispositivo de Clase I o Clase II en una pista de calibración conocida. Por otra parte, dependiendo del modelo y la marca, los vehículos tienen características dinámicas específicas, por lo que el integrador de

impactos recoge información específica sobre cómo se mueve el vehículo y, en consecuencia, las lecturas pueden estar contaminadas por otros tipos de movimientos fuera de la pista, el inconveniente surge cuando se quieren comparar dos sistemas de equipamiento de vehículos en la misma pista, ya que no se pueden reproducir (no son idénticos) debido a las características mencionadas; por este motivo, las mediciones realizadas con dispositivos sensibles tampoco pueden compararse con mediciones realizadas en años anteriores.



Figura 13. Bump Integrator (Chopra et al., 2018).

Roughometer III

Es un equipo de Clase III porque incorpora la tecnología RTRRMS (*Responsive Road Roughness Measurement System*), el dispositivo consta de: un dispositivo portátil denominado controlador que controla el almacenamiento y medición digital de la información; esta unidad está conectada al sensor de regularidad y al odómetro giratorio a través de un módulo de interfaz. El controlador y el módulo de interfaz se encuentran en la cabina, en cambio, el sensor de regularidad está montado en el eje posterior del vehículo, junto a la rueda izquierda, cuando el vehículo circula por carretera a una velocidad constante de 50 a 60 km/h, el sensor de regularidad detecta las vibraciones del eje debidas a la masa rodante, que se codifican y envían al controlador, que almacena la información. Si bien el

Roughómetro es un dispositivo de rusura tipo respuesta, elimina las incertidumbres asociadas con el vehículo, como la suspensión o el peso del pasajero, midiendo directamente el movimiento del eje con un acelerómetro de precisión; el sistema es adecuado para su uso tanto en sellado como en no sellado carreteras y es capaz de recoger hasta 13.000 km de datos. Práctica y fácil de usar, el Roughometer III proporciona una técnica sencilla para la evaluación de la calidad de la carretera y ahora tiene la ventaja de una unidad GPS integrada.



Figura 14. Rugosímetro Roughometer III (Solostocks.cl., 2018).

Índice de serviciabilidad presente

Es el nivel de seguridad y comodidad que puede ofrecer una vía en buen estado; por consiguiente, a una vía que se encuentra en buen estado se le designa un valor de serviciabilidad inicial de 5, mientras que a un pavimento con un índice de serviciabilidad final se le asigna un valor de 0 si está en mal estado, deteriorándose, o ambas cosas. Para determinar la eficiencia del pavimento, se realizaron mediciones de IRI utilizando el método MERLIN; para ello, recopilamos datos de ida y vuelta. El rugosímetro MERLIN produce histogramas de frecuencia e IRI cada

400 m, y para cada valor de IRI el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (PSI) usando la ecuación.

Tabla 1.

Valores de la capacidad de servicio.

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5-4	Muy buena
4-3	Buena
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy mala

Fuente: Cedeño Cevallos (2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

La investigación aplicada tiene como finalidad la solución de un problema o planteamiento específico, centrándose en la búsqueda del conocimiento y fortaleciéndolo para su aplicación, enriqueciendo el desarrollo de la cultura y la ciencia. La presente investigación es de tipo aplicada debido a que nos enfocaremos en la solución de un problema específico basado en el conocimiento del estado de la práctica del diseño geométrico de carreteras.

Enfoque de investigación: Cuantitativo

Según Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p.5, los métodos cuantitativos utilizan la recopilación y el análisis de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis basadas en mediciones numéricas, el conteo y, a menudo, estadísticas para identificar patrones de comportamiento en las poblaciones. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que recolectara y analizara datos de regularidad superficial para fines de corrección en tramos en curvas basado en metodologías numéricas.

El diseño de la investigación: No Experimental

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), el diseño de investigación no experimentales es aquellos que se realizan sin manipular variables intencionalmente; en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. Según Arias y López (2020), el propósito de la investigación explicativa es ampliar el conocimiento existente sobre algo de lo que sabemos poco o nada. De esta manera, podrás centrarte en los detalles y aprender más sobre el fenómeno. La presente investigación es no experimental, debido a que se evalúa la regularidad superficial

en tramos en curva y tramos en tangente parámetro que se manifiesta de manera natural no siendo posible su manipulación, el mismo que nos permitirá inferir el nivel de serviciabilidad. La presente investigación es explicativa, el análisis que se hace de la regularidad superficial se observa una diferencia en la medición ya sea en tramos en tangente o curva, al diferenciar esta medición de la regularidad hace que se amplíe los conocimientos ya existentes y la cual nos permitirá conocer a fondo acerca de esta variación en la medición de la regularidad superficial.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente : Factor de Corrección

Definición conceptual

Es un factor multiplicado por el resultado de una ecuación para corregir una cantidad conocida de error sistémico. El análisis de errores depende de los factores de corrección, que son cálculos designados implementados para evaluar factores inciertos en los resultados medidos.

Definición operacional

Una vez evaluado la regularidad superficial en el tramo en estudio se analizará una propuesta de factor de corrección tomando en cuenta los elementos del Diseño Geométrico, diferenciando tramos en tangente y tramos en curva los mismo que nos permitirá conocer la regularidad superficial en cada caso.

Variable dependiente : Evaluación Funcional

Definición conceptual:

Es un proceso de observación, cuyo objetivo de esto es recolectar información para saber qué pasó antes y después de una acción, observar visualmente las relaciones que existen entre ellas, e identificar y cuantificar problemas físicos. El propósito de

la evaluación funcional es obtener la mayor cantidad de información posible sobre la función a partir de una revisión sistemática y un examen detallado utilizando pruebas, mediciones y evaluación de datos, para determinar el diagnóstico y el pronóstico y aliviar los síntomas identificados o implementar y documentar un tratamiento de la evaluación de la carretera. plan de eliminación.

Definición operacional:

Mediante la estimación de un factor de corrección a la regularidad superficial en tramos en curva teniendo en cuenta el desarrollo del peralte y los radios de curvatura se estimará los indicadores de la evaluación superficial, estimando de esta manera la serviciabilidad existente del tramo en estudio.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Según Tamayo y Tamayo (1994, p, 117), definen población como la totalidad del fenómeno a estudiar en el que las unidades de población comparten características comunes que se analizan y obtienen en los datos de la investigación. En esta investigación se consideró como población, la vía de articulación tramo II que está comprendida del km 0+220 hasta el km 3+844.41. Se decidió delimitar este sector debido a que el diseño geométrico incluye curvas consecutivas que se ajustan a la topografía de la zona.

Muestra:

Según Borja, una muestra es una unidad de análisis que forma un grupo que representa una población con iguales o similares características. En la presente investigación la muestra está comprendida entre los km 2+880 hasta el km 3+720, por ser un sector homogéneo representativo de la población.

Muestreo:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), el muestreo no probabilístico es la selección de factores que no depende de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características del estudio o de las personas que realizan el muestreo. Por lo tanto, este estudio adopta un método de muestreo no probabilístico considerando la conveniencia del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

La medición se realizara mediante un levantamiento topográfico, para la obtención de los radios de curvatura, previamente seleccionados y sectorizados en tramos en curva y tramos en tangente de la vía de articulación tramo II, las cuales con la ayuda de un flexómetro y tiza serán enmarcados de un punto inicial para luego enmarcar el punto 2 a 100 metros del punto inicial y finalmente enmarcar el punto 3 donde será a 50 metros del punto inicial en la huella de la rueda del carril de subida de la vía en estudio y para la obtención de datos in-situ de la vía previamente enmarcada se utilizará la estación total. Medición con el Rugosímetro MERLÍN, una vez identificado los tramos en tangente y tramos en curva, el proceso de medición con el MERLÍN es constante. Se recorrerá el perfil previamente señalado, registrando datos cada vuelta de la rueda, asimismo se realizará una observación de acuerdo con la posición del puntero, hasta completar las 200 observaciones.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se emplearon en la investigación son: Estación total y el Rugosímetro MERLÍN.

Validez

Según (Martín Arribas, 2004), define a la validez como el grado en que un instrumento de medición mide lo que realmente pretende medir o cumple para el cual fue diseñado. Se presentarán los certificados de calibración de los instrumentos a utilizar.

3.5. Procedimientos:

Reconocimiento de la zona de estudio.

Se realizó un recorrido completo de la zona de estudio para comprender mejor las características y condiciones existentes. Esto es muy importante ya que nos permite conocer los factores que influyen en el desarrollo de la investigación, donde se identificó tramos en curva y tramos en tangente de longitudes similares (50 metros). La vía de estudio se ubica en la parte sur de la ciudad de Juliaca a 3824 m.s.n.m.

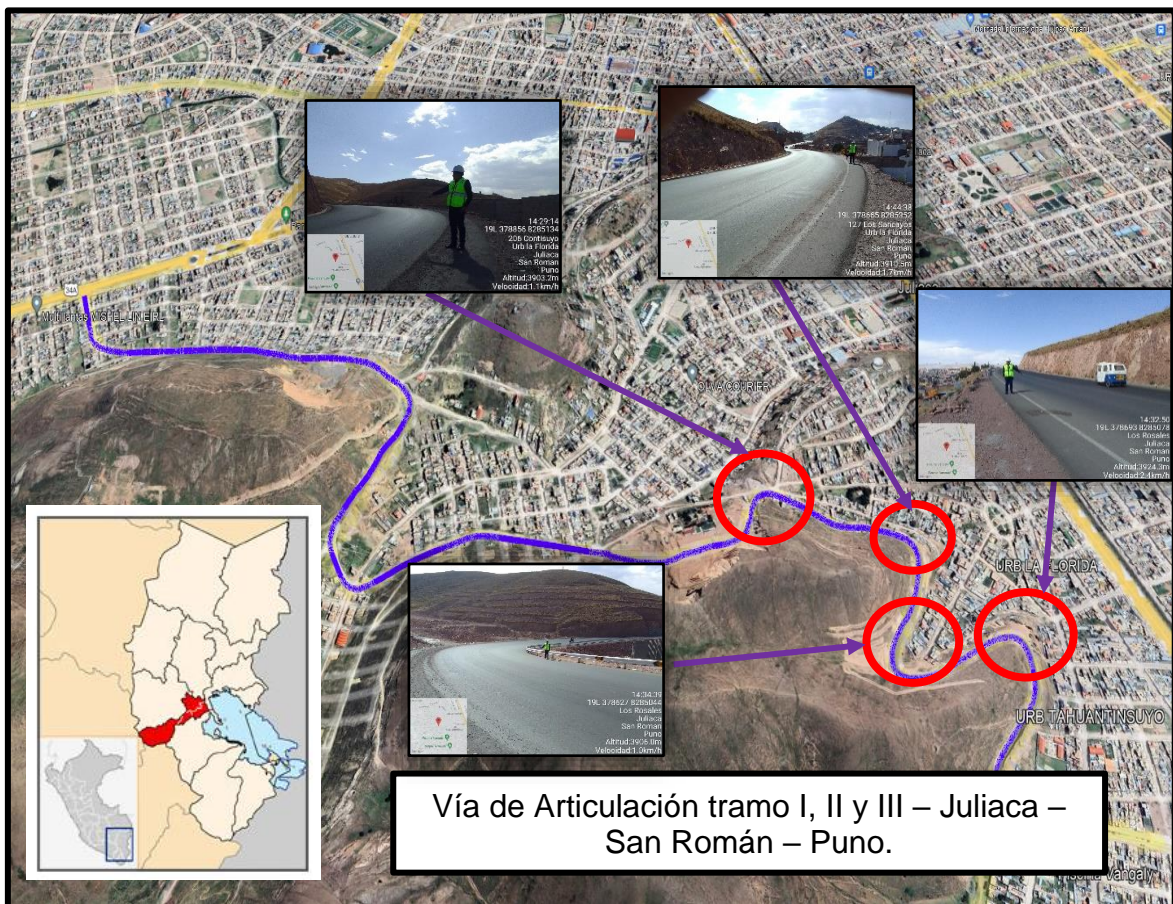


Figura 15. Reconocimiento de la vía de articulación - Juliaca.



Figura 16. Reconocimiento de la vía de estudio.

Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico nos ayudara a obtener información detallada y precisa de la geometría y la ubicación del tramo en estudio. Este procedimiento implica la medición y registro de datos en el terreno, incluyendo la posición vertical y horizontal de los puntos de interés, entre otros detalles, para encontrar la ubicación de un punto dentro de un área de interés, debes determinar su ubicación utilizando tres coordenadas: latitud, longitud y altitud, el estudio específico que se desarrolló en el levantamiento topográfico fue la obtención de los parámetros del Diseño geométrico de la vía, específicamente la obtención del Radio de curvatura. Este levantamiento se realizó con una estación total marca Trimble con una precisión de distancia/prisma de 2 mm+2ppm y precisión de distancia/DR de 3 mm+2ppm. Los datos obtenidos de campo se utilizarán para dibujar el plano en planta de la vía en estudio. Este plano será fundamental para la investigación, porque nos ayudará conocer los elementos de la curva con puntos en el área de interés.



Figura 17. Inicio de trabajos de recolección de la topografía de la vía.



Figura 18. Fin de trabajos de recolección de la topografía de la vía.

Medición de la regularidad con el Rugosímetro MERLÍN.

El estudio específico de la medición de la regularidad con el Rugosímetro MERLÍN fue obtener el IRI en tramos en tangente y tramos en curva, realizando un análisis por separado; para la obtención de la regularidad de la vía de articulación de la ciudad de Juliaca se utilizó el rugosímetro MERLÍN, es un equipo sencillo y económica con alta precisión de los resultados según la clasificación del Banco Mundial, para el procedimiento de obtención de la regularidad se tendrá en cuenta lo planteado en el Manual de Usuario MERLINER (Del Águila,1999). Para la ejecución del ensayo se tuvo la ayuda de 4 personas que trabajamos conjuntamente, se seleccionó tramos de aproximadamente de 400 metros, sobre el lado externo del carril de la carretera. Las mediciones se tomaron en base a la huella exterior del tráfico. Del mismo modo, se hará una medición de 200 lecturas respecto a una línea imaginaria, de forma constante a lo largo de la carretera considerando un intermedio constante en cada medición. Se definirá un histograma de distribución de frecuencias de 200 mediciones, la cual nos posibilita medir los intervalos de las desviaciones y así correlacionarlas con una escala estándar de la regularidad.

La recolección de datos in-situ con el equipo rugosímetro MERLÍN analizara la distribución de frecuencias de los datos tomadas por los punteros, se expresarán en histogramas para ello se establecerá el rango (D), posteriormente se descartará el 10% de los datos obtenidos en campo que son poco significativas o erráticas. En la práctica se elimina el 5 % de datos del extremo superior y 5% de datos del extremo inferior. Con la eliminación de los datos poco representativos se expresarán en milímetros para luego ser multiplicado por el número de unidades calculados.

Obtención del factor de corrección. Para ajustar el rango D obtenidos de campo se dará lectura inicial y la lectura final con la pastilla, para la obtención de este factor se aplicará la siguiente fórmula.

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

Dónde:

EP: Espesor de la pastilla de calibración.

LI: Lectura inicial.

LF: Lectura final.



Figura 19. Lecturas de datos de la calibración del rugosímetro MERLÍN



Figura 20. Calibración del Rugosímetro MERLÍN.

Para la obtención del rango D corregido es indispensable conocer la relación de los brazos según el manual de usuario MERLINER, (1999) la cual considera una posición de 10 centímetros del punto del pivote, una relación de brazos de 1 a 10, la cual es utilizada en pavimentos nuevos de usarse esta relación deberá de multiplicarse el valor D por un factor de 1 y una posición de 20 cm del punto del pivote, se empleara una relación de brazos de 1 a 5, dicha relación son usadas en pavimentos muy deteriorados, y de usarse esta relación deberá multiplicarse el valor D por un factor 2.

$$\text{Rango } D \text{ corregido} = \text{Rango } D \times FC \times RB$$

Dónde:

FC: Factor de Corrección.

RB: Relación de Brazo.

Obtención de la regularidad en la escala IRI. Se deberá de Correlacionar los valores D con la regularidad. Para relacionar estos valores se usarán las siguientes expresiones: Cuando se encuentre entre $2.4 < IRI < 15.9$, entonces se usará la siguiente relación $IRI = 0.593 + 0.0471 \cdot D$, ecuación obtenida por simulaciones computarizadas por el TRRL y Cuando se encuentre en $IRI < 2.4$, entonces se usará la siguiente expresión $IRI = 0.0485 \cdot D$, expresión establecida por la experiencia peruana.

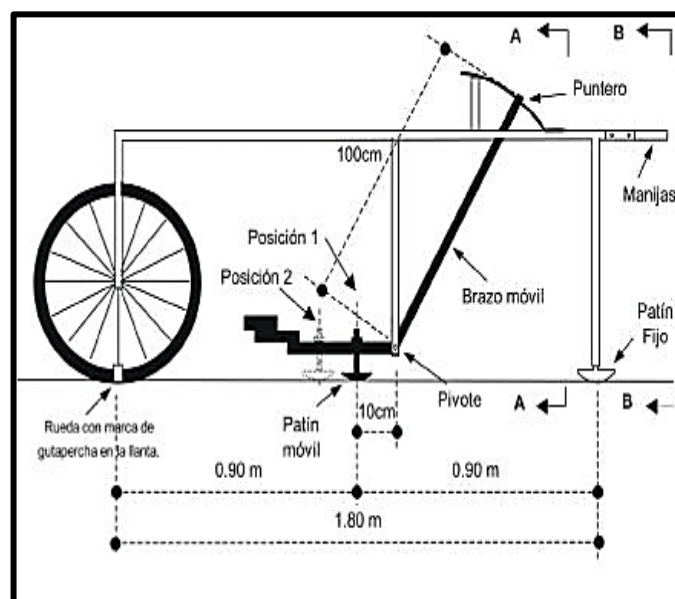


Figura 21. Esquema del Rugosímetro MERLÍN. (Del Águila 1999).

Para la obtención del Índice de Serviciabilidad Presente se utilizará la ecuación establecida por Sayers, que relaciona la regularidad con el PSI. La expresión obtenida por Sayers se fundamenta en valores desarrollados en el Ensayo Internacional de Regularidad de carreteras, las cuales se realizaron en Brasil en 1982.

$$PSI = \frac{5}{\left[e^{\left(\frac{IRI}{5.5} \right)} \right]}$$

Dónde:

IRI: Regularidad (Índice de Regularidad Internacional).

PSI: Índice de Serviciabilidad Presente.

Para recibir datos del rugosímetro MERLÍN tenemos que considerar que los valores obtenidos no son reales en tramos en curva por lo que sus datos necesitan de una corrección, las cuales se tomara un factor de corrección en tramos en curva y tramos en tangente para conocer su verdadera serviciabilidad de la vía en estudio.

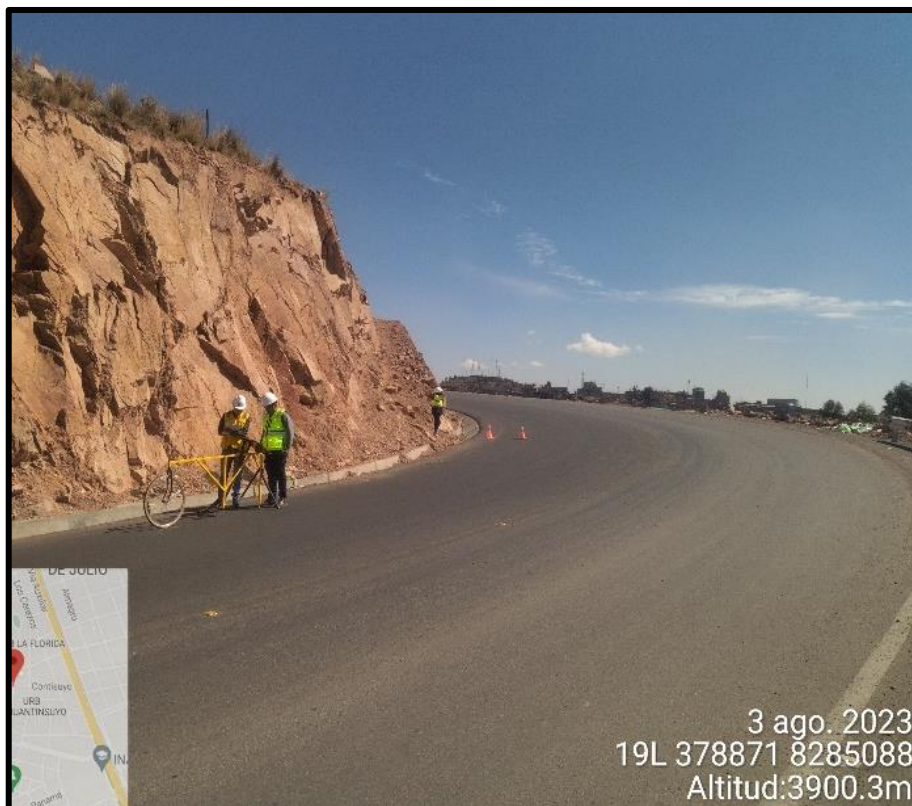


Figura 22. Medición con el Rugosímetro MERLÍN en tramo en curva.

Análisis de los elementos de la curva (Radio).

La regularidad de una vía debe ser medida como una serie de puntos equidistantes (patín móvil, patín fijo y rueda con marca de cinta aislante en la llanta) a través de la huella por donde circula el vehículo, la regularidad es la medición de la respuesta del vehículo a las condiciones del camino, razón por el cual la medición se realiza al borde externo del carril. El rugosímetro MERLÍN mide las diferencias de nivel entre una recta que pasa por sus soportes (soportes móviles y fijos) y un punto de la vía que se sitúa por debajo del centro de la recta la que se apoya el soporte. Cuando se utiliza el rugosímetro MERLÍN en un tramo tangente, la recta inicia y termina en sus soportes coincidiendo con la recta sobre la cual se está midiendo con el Rugosímetro de MERLÍN.

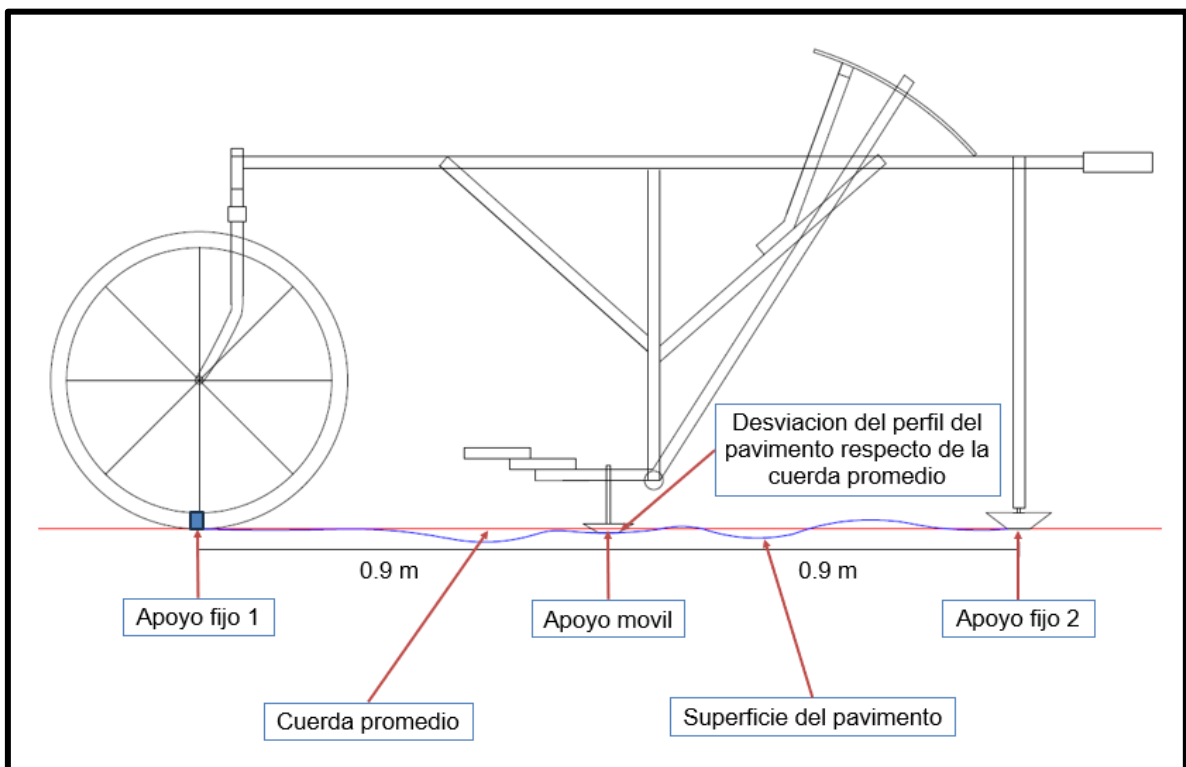


Figura 23. Vista en perfil de las diferencias de nivel de los apoyos.

Sin embargo, cuando se hace la medición de la regularidad con el Rugosímetro MERLÍN en un tramo en curva, lo mencionado en las líneas arriba pierde validez, ya que la línea recta definida por los puntos de apoyo no coincide con la línea de medición de la regularidad.

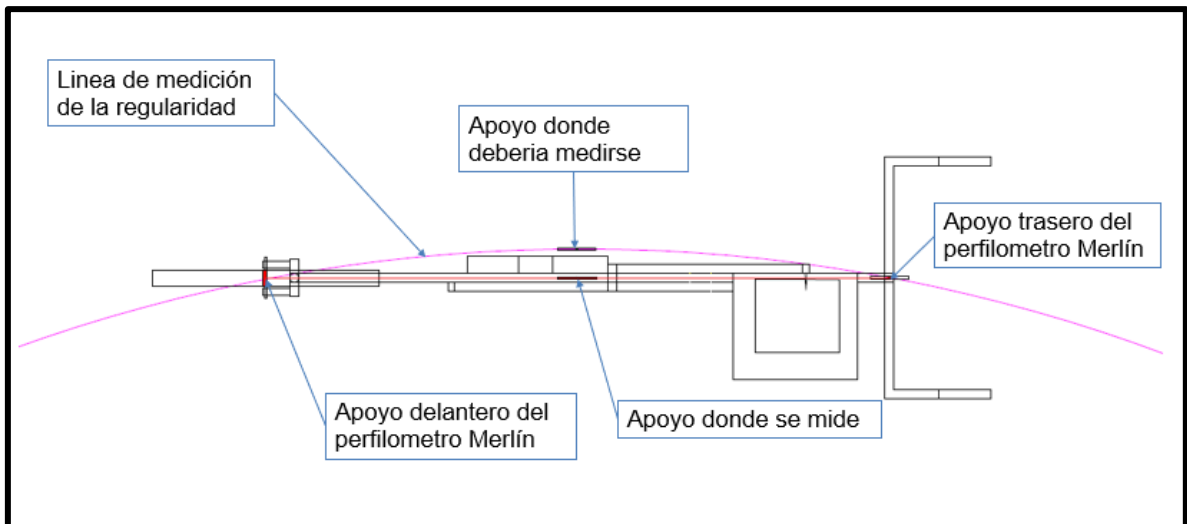


Figura 24. Vista en planta de la medición con el Rugosímetro MERLÍN en curva.

Si se mide en un tramo sin peralte, las desviaciones del punto de medición de la regularidad no tendrán ningún efecto, pero si se hace la medición en un tramo con peralte existirá un error en la medición de la regularidad, como podemos apreciar en la siguiente figura.

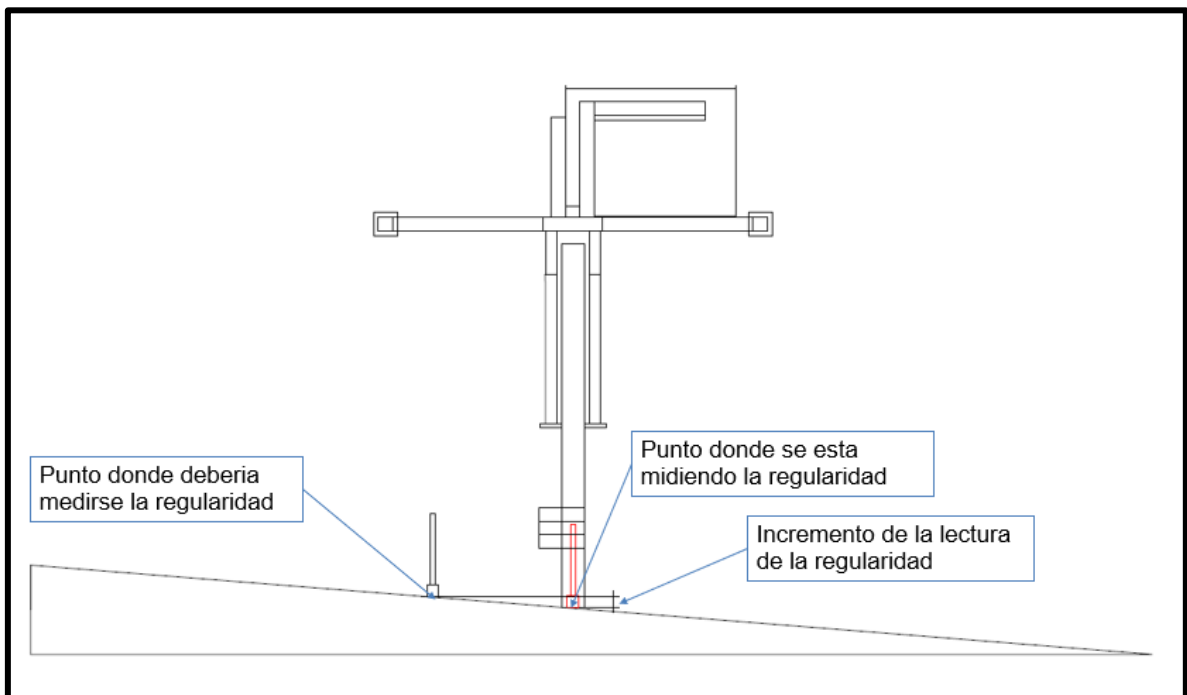


Figura 25. Desviación del punto de medición de la regularidad.

Por tanto, se debe corregir el valor del MERLÍN en curvas, reduciendo el aumento del valor causado por la curva y el peralte. Lo primero que se debe hacer

es conocer el desplazamiento horizontal del punto de medición, para ello recurriremos a la proyección en planta de un tramo en curva y con peralte.

3.6. Método de análisis de datos:

El levantamiento topográfico se realizó con la estación total, y se dibujó en el AutoCAD Civil 3D versión 2019, de la exportación de puntos de la estación total se realizó el plano en planta de la vía en su totalidad.

Para realizar el ensayo de regularidad, se utilizó el MERLÍN y se tomó los datos In-situ en un formato recomendados en el manual del usuario MERLINER, en donde se realizarán la anotación de las lecturas.

**ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : _____ OPERADOR : _____
 SECTOR : _____ SUPERVISOR : _____
 TRAMO : _____ FECHA : _____
 CARRIL : _____

ENSAYO N° KM + HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											TIPO DE PAVIMENTO :
2											ASFALTO <input type="checkbox"/>
3											BASE GRAVILUVA <input type="checkbox"/>
4											BASE IMPRIMA <input type="checkbox"/>
5											TRAT. BICAPA <input type="checkbox"/>
6											CONCRETO <input type="checkbox"/>
7											CAMP. EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8											RECUBRIMIENTO <input type="checkbox"/>
9											SELO <input type="checkbox"/>
10											OTROS <input type="checkbox"/>
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

OBSERVACIONES : _____

Figura 26. Formatos de recolección de datos en campo (Del Águila 1999).

3.7. Aspectos éticos:

Según Hernández y Mendoza, el objeto de estudio de la ética es la moral. El investigador de esta tesis está apto para asumir la autenticidad de los resultados sin modificar información alguna para su evolución, manteniendo niveles de competencia profesional y respetando la normatividad legal vigente de la universidad.

IV. RESULTADOS

Descripción del área de estudio

Localización política

La presente investigación se desarrolló en la vía de articulación en el distrito de Juliaca, provincia San Román del departamento de Puno.

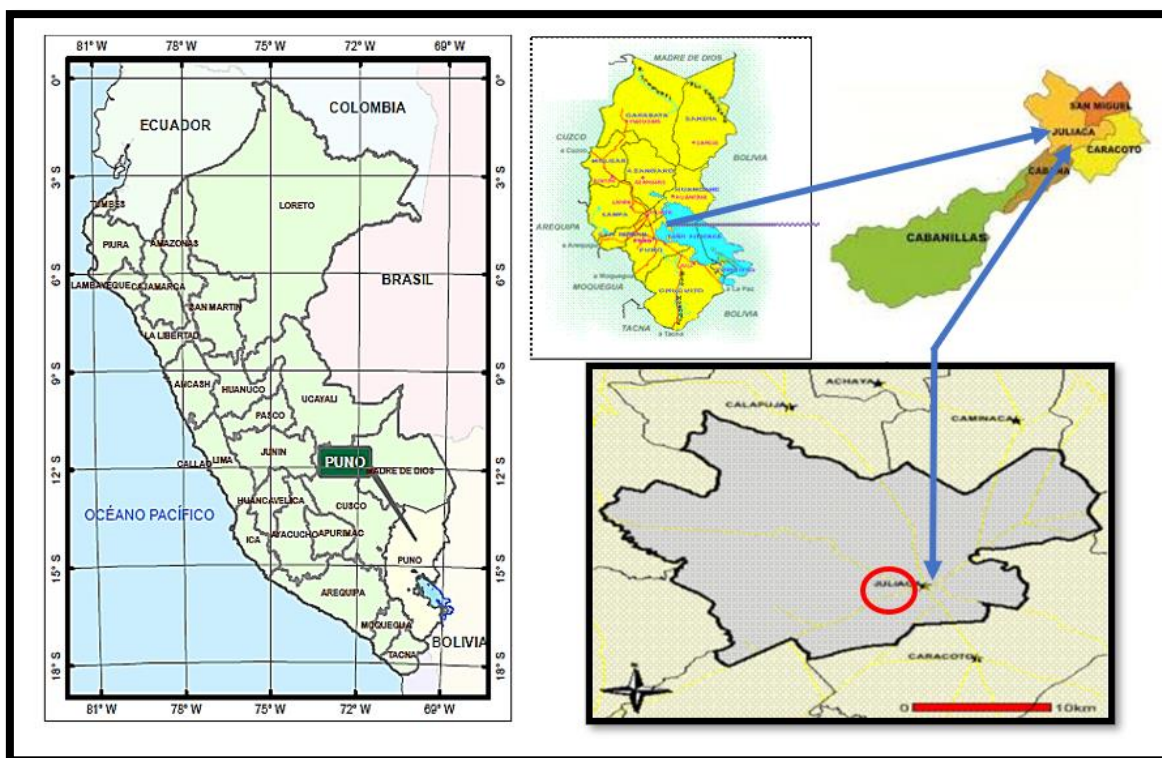


Figura 27. Ubicación Política de la zona de estudio.

Localización del proyecto

La vía de articulación (salida Arequipa y salida Puno), está ubicada al sur de la plaza de armas, Juliaca, como se aprecia en la siguiente Figura.

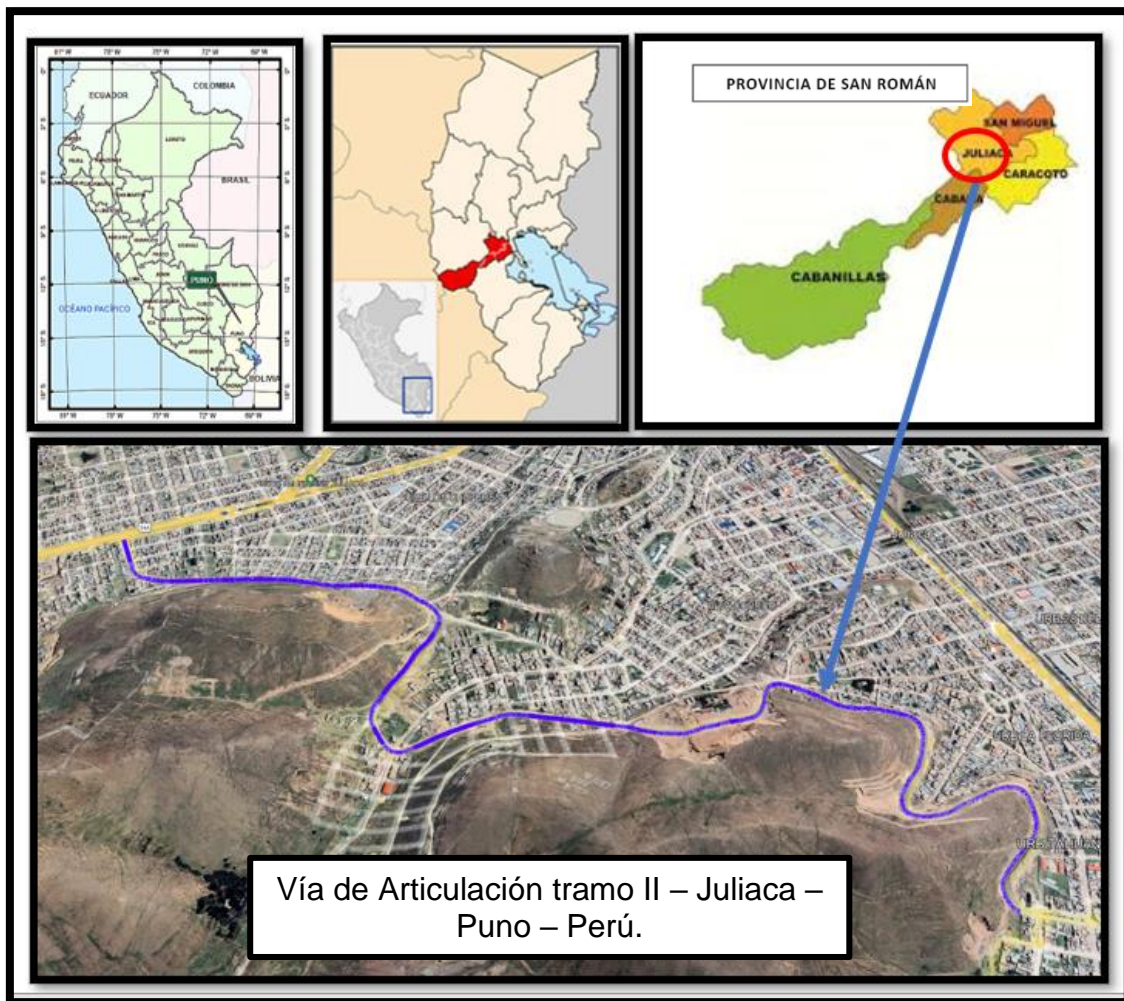


Figura 28. Localización de la zona de estudio.

Límites

- Norte : Con la Provincia de Azángaro.
- Oeste : Con el Distrito de Lampa y Cabanillas.
- Sur : Con los Distritos de Cabana y Caracoto.
- Este : Con el Distrito de Calapuja.

Localización geográfica

Las coordenadas geográficas del distrito de Juliaca son: Se ubica a 15° 30' 0" de latitud S y 70° 7' 59,99" de longitud O, con una superficie aproximada de 533,5 km² y una altitud de 3.824 m.s.n.m. Según la INEI, la población era de 307,417 en 2020.

Procesamiento de cálculo de la regularidad de la vía.

Con levantamiento topográfico se desarrolló el plano en planta con las respectivas progresivas y elementos de la curva.

Tabla 2.

Elementos de la curva

N°	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.
PI-19	8	65	89.67	53.62	079°02'27"	82.73	19.26	14.86	2+883.70	2+973.37
PI-20	1	270	30.00	15.02	006°21'58"	29.98	0.42	0.42	2+998.37	3+028.37
PI-21	8	122	31.62	15.90	014°52'22"	31.53	1.03	1.02	3+038.37	3+070
PI-22	8	40	59.70	36.98	085°30'30"	54.31	14.48	10.63	3+184.98	3+244.67
PI-23	1	60	23.67	11.99	022°36'11"	23.52	1.19	1.16	3+288.67	3+312.34
PI-24	8	150	30.38	15.24	011°36'15"	30.33	0.77	0.77	3+332.34	3+362.72
PI-25	8	37	49.14	28.96	076°06'06"	45.61	9.99	7.86	3+478.33	3+527.47
PI-26	8	80	49.55	25.60	035°29'24"	48.76	4.00	3.81	3+592.11	3+641.66

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del Factor de Corrección.

EP: Espesor de la pastilla = 6 mm

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5]$$

Tabla 3.

Calibración del Rugosímetro MERLÍN

Rugosímetro MERLÍN			
Medición			Diferencia
N°	Sin Pastilla	Con Pastilla	
1	25	15	10
2	24	11	13
3	18	7	11
4	26	15	11
5	26	13	13
6	18	8	10
7	22	11	11
8	25	14	11
9	22	10	12
10	21	11	10

PROMEDIO:

11.2

Factor de
Corrección:

1.0714

Fuente: Elaboración propia.

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 1 KM: 2+888 HORA: 8:15 A.M.

Tabla 4.

Reporte de datos de campo N° 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	25	32	30	29	26	25	32	30	29
2	24	27	27	28	26	24	27	27	28	26
3	31	30	28	24	32	31	30	28	24	32
4	29	25	28	28	28	29	25	28	28	28
5	26	26	26	28	25	26	26	26	28	25
6	29	26	25	32	30	29	26	25	32	30
7	26	24	27	27	28	26	24	27	27	28
8	32	31	30	28	24	32	31	30	28	24
9	28	29	25	28	28	28	29	25	28	28
10	25	26	26	26	28	25	26	26	26	28
11	30	29	26	25	32	30	29	26	25	32
12	28	26	24	27	27	28	26	24	27	27
13	24	32	31	30	28	24	32	31	30	28
14	28	28	29	25	28	28	28	29	25	28
15	28	25	26	26	26	28	25	26	26	26
16	32	30	29	26	25	32	30	29	26	25
17	27	28	26	24	27	27	28	26	24	27
18	28	24	32	31	30	28	24	32	31	30
19	28	28	28	29	25	28	28	28	29	25
20	26	28	25	26	26	26	28	25	26	26

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

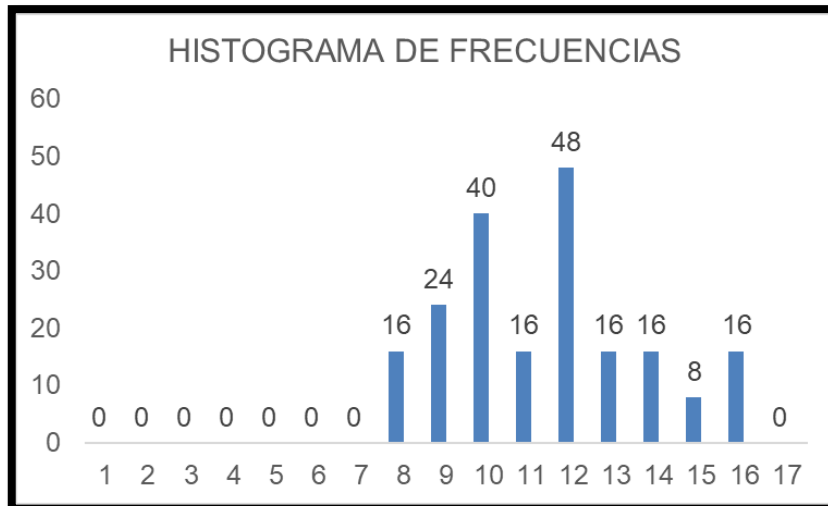


Figura 29. Histograma de Frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (8) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (16) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Entonces el rango D = 0.375 + 7 + 0.375 = **7.75**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 7.75 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{41.5168}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0471 \times D$$

$$IRI = 0.0471 \times 41.5168$$

$$IRI = \mathbf{2.01 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA

Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II **SUPERFICIE:** Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación **TESISTA** : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO **FECHA** : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 2 **KM:** 2+988 **HORA:** 8:40 A.M.

Tabla 5.

Reporte de datos de campo N°2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	22	23	25	24	25	22	23	25	24	25
2	21	25	24	23	26	21	25	24	23	26
3	23	25	23	24	25	23	25	23	24	25
4	27	26	28	26	25	27	26	28	26	25
5	24	27	25	23	26	24	27	25	23	26
6	25	22	23	25	24	25	22	23	25	24
7	26	21	25	24	23	26	21	25	24	23
8	25	23	25	23	24	25	23	25	23	24
9	25	27	26	28	26	25	27	26	28	26
10	26	24	27	25	23	26	24	27	25	23
11	24	25	22	23	25	24	25	22	23	25
12	23	26	21	25	24	23	26	21	25	24
13	24	25	23	25	23	24	25	23	25	23
14	26	25	27	26	28	26	25	27	26	28
15	23	26	24	27	25	23	26	24	27	25
16	25	24	25	22	23	25	24	25	22	23
17	24	23	26	21	25	24	23	26	21	25
18	23	24	25	23	25	23	24	25	23	25
19	28	26	25	27	26	28	26	25	27	26
20	25	23	26	24	27	25	23	26	24	27

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....

.....

.....

.....

.....

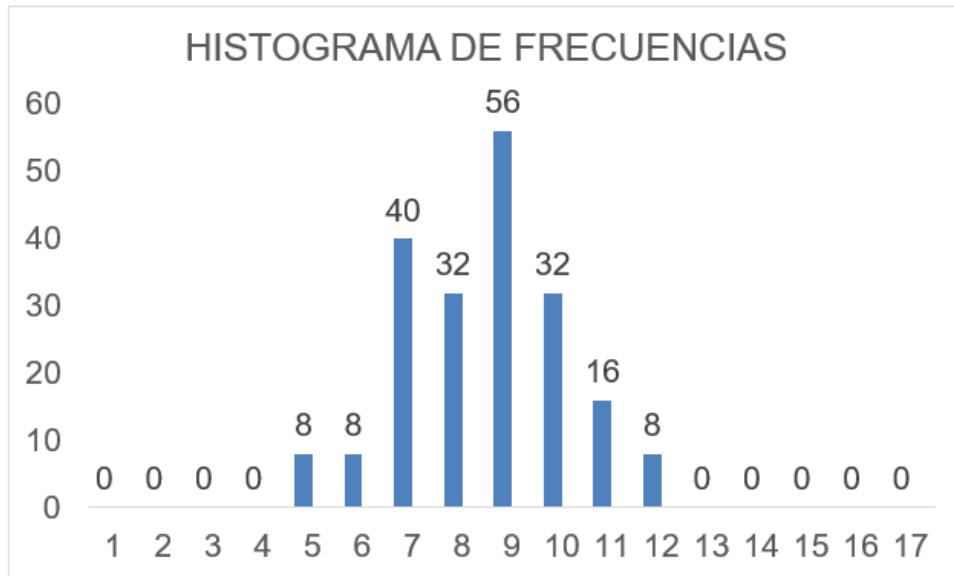


Figura 30. Histograma de Frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (6) quedara de la siguiente manera

$$(8 - 2)/8 = 0.75$$

Lado derecho: En la barra (11) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 2)/16 = 0.875$$

Entonces el rango D = 0.75 + 4 + 0.875 = **5.625**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 5.625 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{30.1331}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 30.1331$$

$$IRI = \mathbf{1.46 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA

Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
 SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
 CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
 ENSAYO N° : 3 KM: 3+028 HORA: 9:10 A.M.

Tabla 6.

Reporte de datos de campo N°3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	26	23	24	26	27	26	23	24	26
2	28	26	26	27	24	28	26	26	27	24
3	23	25	24	24	26	23	25	24	24	26
4	29	25	23	31	29	29	25	23	31	29
5	23	28	24	30	24	23	28	24	30	24
6	26	27	26	23	24	26	27	26	23	24
7	24	28	26	26	27	24	28	26	26	27
8	26	23	25	24	24	26	23	25	24	24
9	29	29	25	23	31	29	29	25	23	31
10	24	23	28	24	30	24	23	28	24	30
11	24	26	27	26	23	24	26	27	26	23
12	27	24	28	26	26	27	24	28	26	26
13	24	26	23	25	24	24	26	23	25	24
14	31	29	29	25	23	31	29	29	25	23
15	30	24	23	28	24	30	24	23	28	24
16	23	24	26	27	26	23	24	26	27	26
17	26	27	24	28	26	26	27	24	28	26
18	24	24	26	23	25	24	24	26	23	25
19	23	31	29	29	25	23	31	29	29	25
20	24	30	24	23	28	24	30	24	23	28

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....

.....

.....

.....

.....

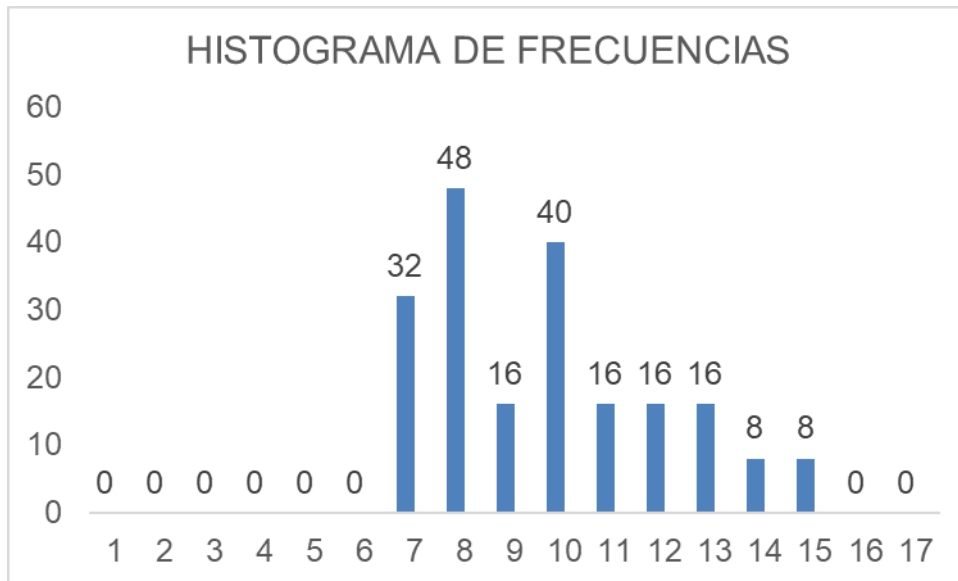


Figura 31. Histograma de Frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (7) quedara de la siguiente manera

$$(32 - 10)/32 = 0.6875$$

Lado derecho: En la barra (14) quedara de la siguiente manera

$$(8 - 2)/8 = 0.75$$

Entonces el rango D = 0.6875 + 6 + 0.75 = **7.438**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 7.438 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{39.8427}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 39.8427$$

$$IRI = \mathbf{1.93 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 4 KM: 3+078 HORA: 9:45 A.M.

Tabla 7.

Reporte de datos de campo N°4.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	26	25	22	27	27	26	25	22	27
2	24	27	26	23	24	24	27	26	23	24
3	24	28	21	25	24	24	28	21	25	24
4	22	26	27	25	25	22	26	27	25	25
5	26	25	29	27	23	26	25	29	27	23
6	27	27	26	25	22	27	27	26	25	22
7	24	24	27	26	23	24	24	27	26	23
8	24	24	28	21	25	24	24	28	21	25
9	25	22	26	27	25	25	22	26	27	25
10	23	26	25	29	27	23	26	25	29	27
11	22	27	27	26	25	22	27	27	26	25
12	23	24	24	27	26	23	24	24	27	26
13	25	24	24	28	21	25	24	24	28	21
14	25	25	22	26	27	25	25	22	26	27
15	27	23	26	25	29	27	23	26	25	29
16	25	22	27	27	26	25	22	27	27	26
17	26	23	24	24	27	26	23	24	24	27
18	21	25	24	24	28	21	25	24	24	28
19	27	25	25	22	26	27	25	25	22	26
20	29	27	23	26	25	29	27	23	26	25

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

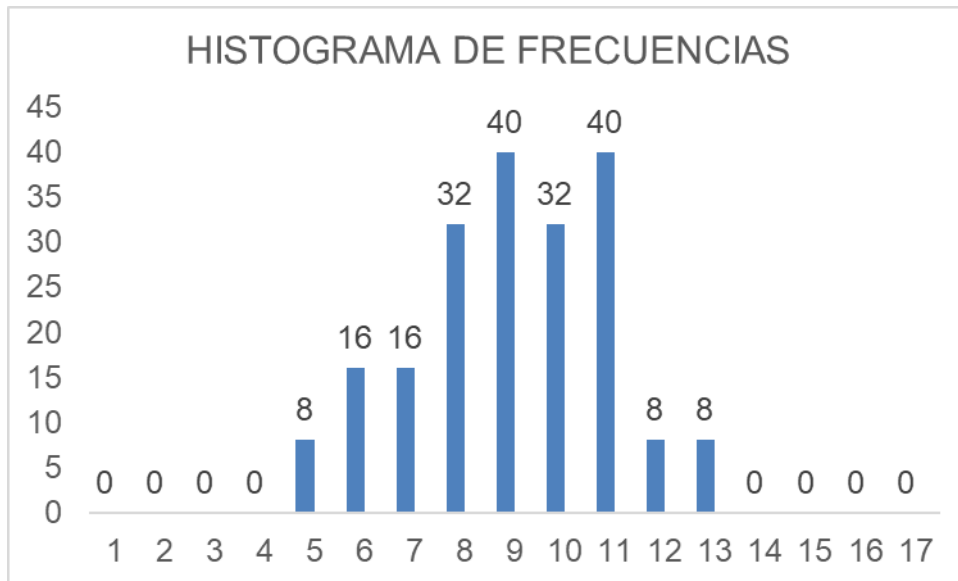


Figura 32. Histograma de Frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (5) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 2)/16 = 0.875$$

Lado derecho: En la barra (12) quedara de la siguiente manera

$$(8 - 2)/8 = 0.75$$

Entonces el rango D = 0.875 + 5 + 0.75 = **6.625**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 6.625 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = 35.4901$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 35.4901$$

$$IRI = 1.72 \text{ m/km}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA

Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II **SUPERFICIE:** Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación **TESISTA** : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO **FECHA** : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 5 **KM:** 3+288 **HORA:** 10:20 A.M.

Tabla 8.

Reporte de datos de campo N°5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	34	31	33	29	27	34	31	33	29	27
2	30	31	31	29	28	30	31	31	29	28
3	35	25	33	32	29	35	25	33	32	29
4	25	26	31	31	29	25	26	31	31	29
5	36	28	30	30	36	36	28	30	30	36
6	27	34	31	33	29	27	34	31	33	29
7	28	30	31	31	29	28	30	31	31	29
8	29	35	25	33	32	29	35	25	33	32
9	29	25	26	31	31	29	25	26	31	31
10	36	36	28	30	30	36	36	28	30	30
11	29	27	34	31	33	29	27	34	31	33
12	29	28	30	31	31	29	28	30	31	31
13	32	29	35	25	33	32	29	35	25	33
14	31	29	25	26	31	31	29	25	26	31
15	30	36	36	28	30	30	36	36	28	30
16	33	29	27	34	31	33	29	27	34	31
17	31	29	28	30	31	31	29	28	30	31
18	33	32	29	35	25	33	32	29	35	25
19	31	31	29	25	26	31	31	29	25	26
20	30	30	36	36	28	30	30	36	36	28

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....

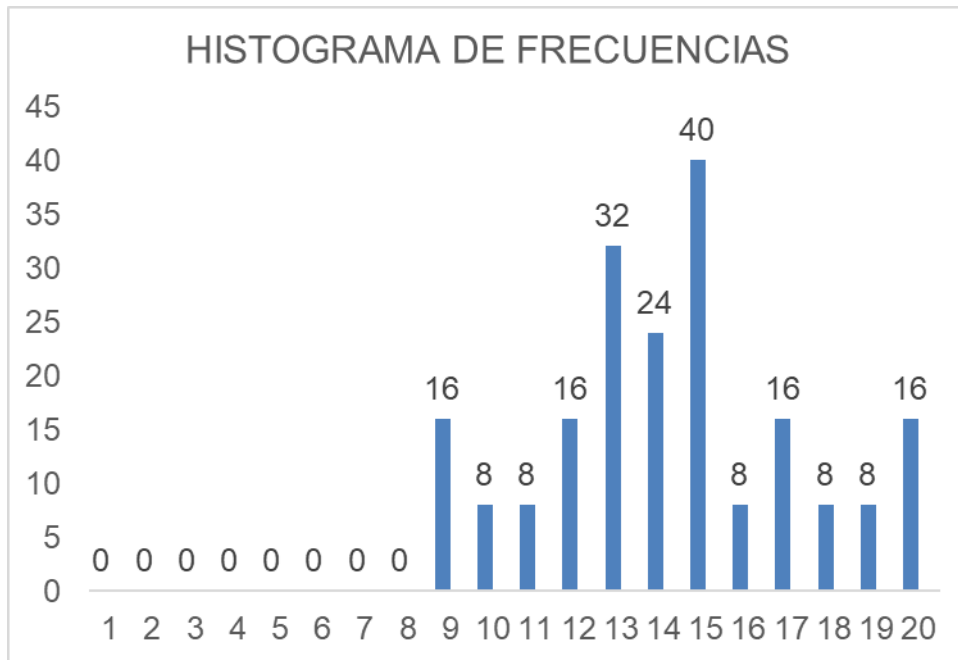


Figura 33. Histograma de Frecuencias

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (9) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (17) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Entonces el rango D = 0.375 + 10 + 0.375 = **10.75**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 10.75 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{57.5878}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times 57.5878$$

$$IRI = \mathbf{3.31 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 6 KM: 3+338 HORA: 10:55 A.M.

Tabla 9.

Reporte de datos de campo N°6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	25	24	24	25	24	25	24	24	25
2	24	22	19	25	25	24	22	19	25	25
3	20	24	22	20	22	20	24	22	20	22
4	20	22	16	21	22	20	22	16	21	22
5	22	24	24	23	24	22	24	24	23	24
6	25	24	25	24	24	25	24	25	24	24
7	25	24	22	19	25	25	24	22	19	25
8	22	20	24	22	20	22	20	24	22	20
9	22	20	22	16	21	22	20	22	16	21
10	24	22	24	24	23	24	22	24	24	23
11	24	25	24	25	24	24	25	24	25	24
12	25	25	24	22	19	25	25	24	22	19
13	20	22	20	24	22	20	22	20	24	22
14	21	22	20	22	16	21	22	20	22	16
15	23	24	22	24	24	23	24	22	24	24
16	24	24	25	24	25	24	24	25	24	25
17	19	25	25	24	22	19	25	25	24	22
18	22	20	22	20	24	22	20	22	20	24
19	16	21	22	20	22	16	21	22	20	22
20	24	23	24	22	24	24	23	24	22	24

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

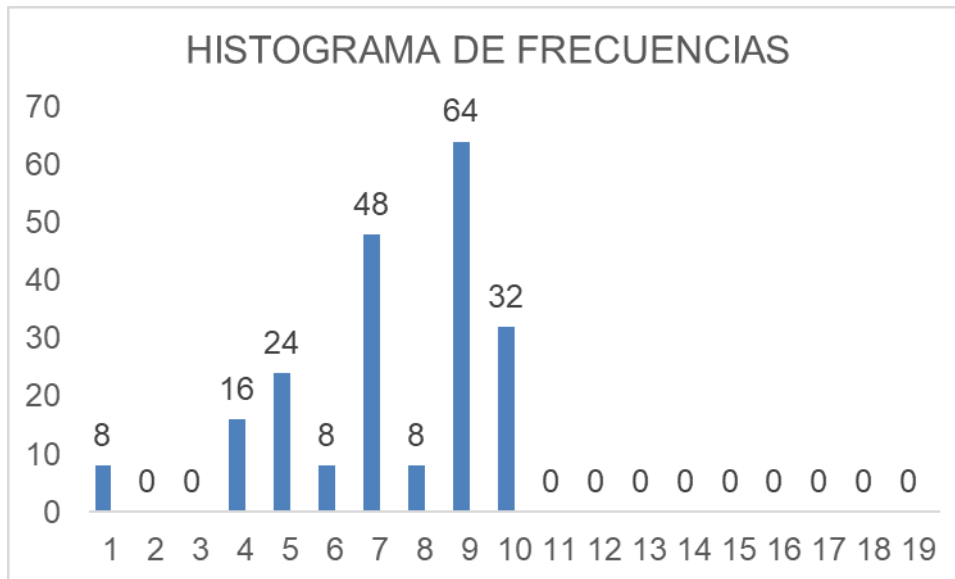


Figura 34. Histograma de Frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (4) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 2)/16 = 0.875$$

Lado derecho: En la barra (10) quedara de la siguiente manera

$$(32 - 2)/32 = 0.6875$$

Entonces el rango D = 0.875 + 5 + 0.6875 = **6.563**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 6.563 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{35.1553}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 35.1553$$

$$IRI = \mathbf{1.71 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 7 KM: 3+388 HORA: 11:18 A.M.

Tabla 10.

Reporte de recolección de datos N° 7.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	25	24	29	23	27	25	24	29	23
2	27	27	26	26	28	27	27	26	26	28
3	25	28	25	26	25	25	28	25	26	25
4	27	26	26	27	24	27	26	26	27	24
5	28	23	31	24	26	28	23	31	24	26
6	23	27	25	24	29	23	27	25	24	29
7	28	27	27	26	26	28	27	27	26	26
8	25	25	28	25	26	25	25	28	25	26
9	24	27	26	26	27	24	27	26	26	27
10	26	28	23	31	24	26	28	23	31	24
11	29	23	27	25	24	29	23	27	25	24
12	26	28	27	27	26	26	28	27	27	26
13	26	25	25	28	25	26	25	25	28	25
14	27	24	27	26	26	27	24	27	26	26
15	24	26	28	23	31	24	26	28	23	31
16	24	29	23	27	25	24	29	23	27	25
17	26	26	28	27	27	26	26	28	27	27
18	25	26	25	25	28	25	26	25	25	28
19	26	27	24	27	26	26	27	24	27	26
20	31	24	26	28	23	31	24	26	28	23

Fuente: Elaboración propia. 1

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

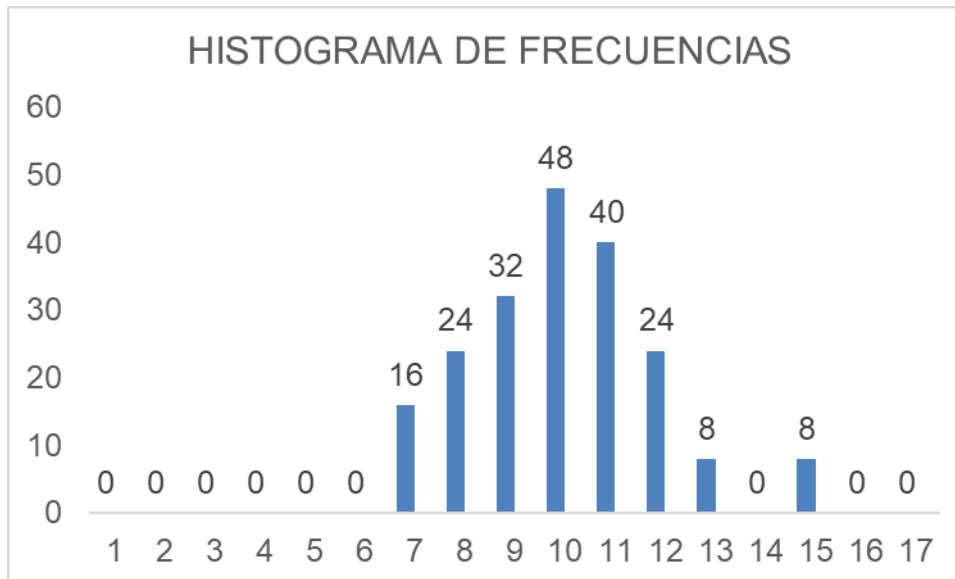


Figura 35. Histograma de frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (7) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (13) quedara de la siguiente manera

$$(8 - 2)/8 = 0.75$$

Entonces el rango D = 0.375 + 5 + 0.75 = **6.125**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 6.125 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{32.8116}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 32.8116$$

$$IRI = \mathbf{1.59 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 8 KM: 3+438 HORA: 11:55 A.M.

Tabla 11.

Reporte de recolección de datos N°8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	28	25	24	23	24	28	25	24	23	24
2	26	26	24	28	25	26	26	24	28	25
3	23	26	24	25	26	23	26	24	25	26
4	23	27	27	27	26	23	27	27	27	26
5	26	23	26	25	26	26	23	26	25	26
6	24	28	25	24	23	24	28	25	24	23
7	25	26	26	24	28	25	26	26	24	28
8	26	23	26	24	25	26	23	26	24	25
9	26	23	27	27	27	26	23	27	27	27
10	26	26	23	26	25	26	26	23	26	25
11	23	24	28	25	24	23	24	28	25	24
12	28	25	26	26	24	28	25	26	26	24
13	25	26	23	26	24	25	26	23	26	24
14	27	26	23	27	27	27	26	23	27	27
15	25	26	26	23	26	25	26	26	23	26
16	24	23	24	28	25	24	23	24	28	25
17	24	28	25	26	26	24	28	25	26	26
18	24	25	26	23	26	24	25	26	23	26
19	27	27	26	23	27	27	27	26	23	27
20	26	25	26	26	23	26	25	26	26	23

Fuente: Elaboración propia. 2

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

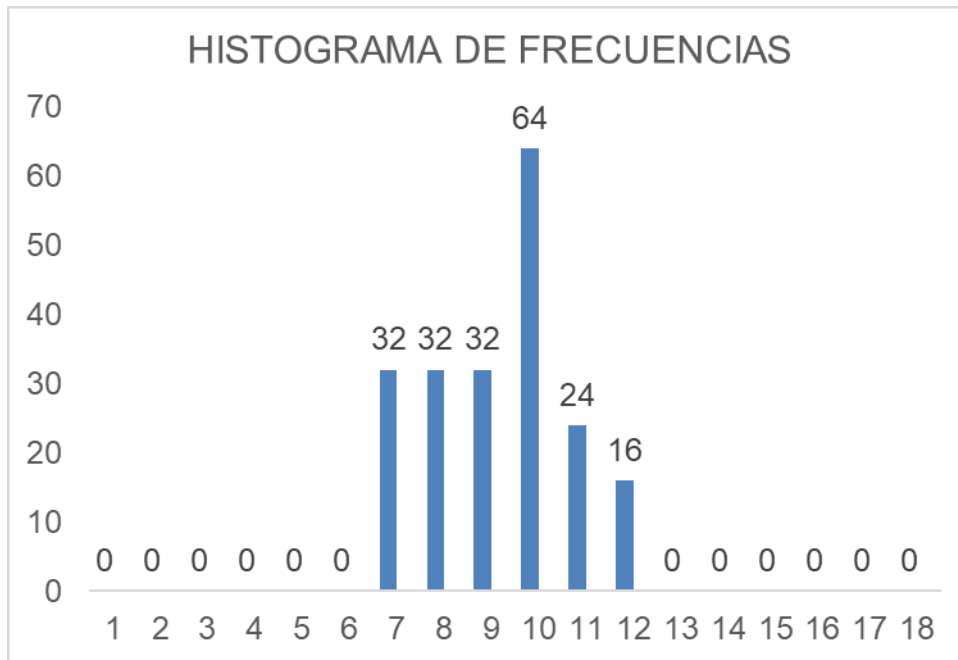


Figura 36. Histograma de frecuencias.

Rango "D".

Lado izquierdo: En la barra (7) quedara de la siguiente manera

$$(32 - 10)/32 = 0.6875$$

Lado derecho: En la barra (12) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Entonces el rango D = 0.6875 + 4 + 0.375 = **5.0625**

Corrección del Rango "D".

$$D_{cor} = 5.0625 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = 27.1198$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 27.1198$$

$$IRI = 1.32 \text{ m/km}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA
Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II SUPERFICIE: Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación TESISTA : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO FECHA : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 9 KM: 3+478 HORA: 12:15 M.D.

Tabla 12.

Reporte de datos de campo N°9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	25	25	20	33	20	25	25	20	33
2	21	24	27	21	30	21	24	27	21	30
3	22	26	28	26	32	22	26	28	26	32
4	23	29	23	27	31	23	29	23	27	31
5	32	26	28	27	33	32	26	28	27	33
6	33	20	25	25	20	33	20	25	25	20
7	30	21	24	27	21	30	21	24	27	21
8	32	22	26	28	26	32	22	26	28	26
9	31	23	29	23	27	31	23	29	23	27
10	33	32	26	28	27	33	32	26	28	27
11	20	33	20	25	25	20	33	20	25	25
12	21	30	21	24	27	21	30	21	24	27
13	26	32	22	26	28	26	32	22	26	28
14	27	31	23	29	23	27	31	23	29	23
15	27	33	32	26	28	27	33	32	26	28
16	25	20	33	20	25	25	20	33	20	25
17	27	21	30	21	24	27	21	30	21	24
18	28	26	32	22	26	28	26	32	22	26
19	23	27	31	23	29	23	27	31	23	29
20	28	27	33	32	26	28	27	33	32	26

Fuente: Elaboración propia. 3

Observaciones.....
.....
.....
.....
.....

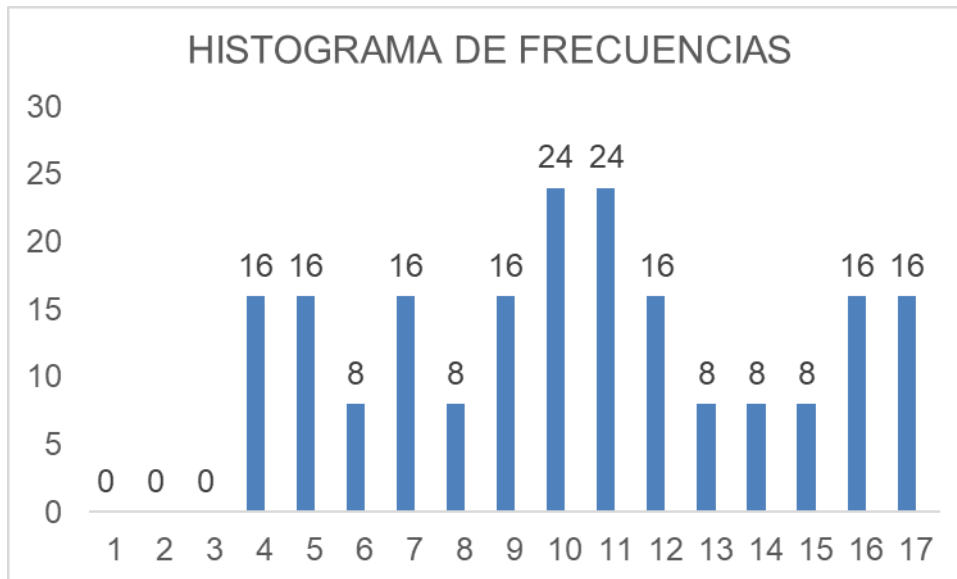


Figura 37. Histograma de frecuencias.

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (4) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (17) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Entonces el rango D = 0.375 + 12 + 0.375 = **12.75**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 12.75 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{68.3018}$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times 68.3018$$

$$IRI = \mathbf{3.81 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA

Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II **SUPERFICIE:** Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación **TESISTA** : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO **FECHA** : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 10 **KM:** 3+555 **HORA:** 12:54 M.D.

Tabla 13.

Reporte de datos de campo N°10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	24	27	22	26	26	24	27	22	26
2	27	25	23	26	25	27	25	23	26	25
3	23	28	27	24	24	23	28	27	24	24
4	21	28	24	24	21	21	28	24	24	21
5	26	28	28	25	24	26	28	28	25	24
6	26	26	24	27	22	26	26	24	27	22
7	25	27	25	23	26	25	27	25	23	26
8	24	23	28	27	24	24	23	28	27	24
9	21	21	28	24	24	21	21	28	24	24
10	24	26	28	28	25	24	26	28	28	25
11	22	26	26	24	27	22	26	26	24	27
12	26	25	27	25	23	26	25	27	25	23
13	24	24	23	28	27	24	24	23	28	27
14	24	21	21	28	24	24	21	21	28	24
15	25	24	26	28	28	25	24	26	28	28
16	27	22	26	26	24	27	22	26	26	24
17	23	26	25	27	25	23	26	25	27	25
18	27	24	24	23	28	27	24	24	23	28
19	24	24	21	21	28	24	24	21	21	28
20	28	25	24	26	28	28	25	24	26	28

Fuente: Elaboración propia. 4

Observaciones.....

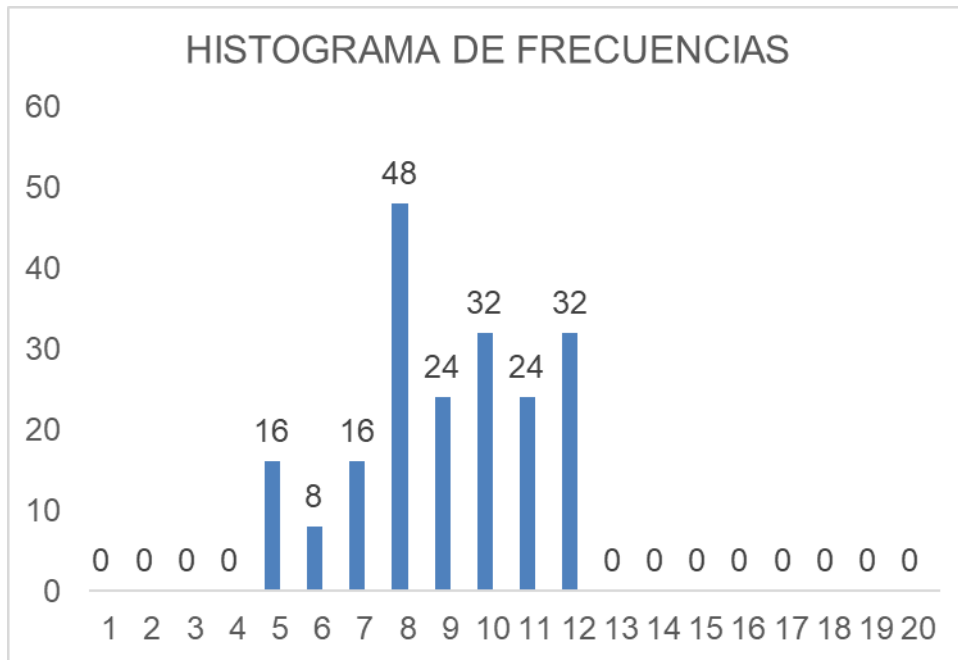


Figura 38. Histograma de frecuencias

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (5) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (12) quedara de la siguiente manera

$$(32 - 10)/32 = 0.6875$$

Entonces el rango D = 0.375 + 6 + 0.6875 = **7.0625**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 7.0625 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = \mathbf{37.8338}$$

Cálculo de la regularidad (IRI). $IRI = 0.0485 \times D$

$$IRI = 0.0485 \times 37.8338$$

$$IRI = \mathbf{1.83 \text{ m/km}}$$

VÍA DE ARTICULACIÓN – JULIACA

Índice de Regularidad Internacional

TRAMO : II **SUPERFICIE:** Carpeta asfáltica
SECTOR : Vía de articulación **TESISTA** : Jean Midler Quispe Cutipa
CARRIL : DERECHO **FECHA** : Agosto del 2023
ENSAYO N° : 11 **KM:** 3+592 **HORA:** 13:30 P.M.

Tabla 14.

Reporte de datos de campo N°11

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	28	29	26	23	23	28	29	26	23	23
2	26	30	26	26	31	26	30	26	26	31
3	27	26	25	24	32	27	26	25	24	32
4	30	26	28	26	27	30	26	28	26	27
5	28	27	28	29	28	28	27	28	29	28
6	23	28	29	26	23	23	28	29	26	23
7	31	26	30	26	26	31	26	30	26	26
8	32	27	26	25	24	32	27	26	25	24
9	27	30	26	28	26	27	30	26	28	26
10	28	28	27	28	29	28	28	27	28	29
11	23	23	28	29	26	23	23	28	29	26
12	26	31	26	30	26	26	31	26	30	26
13	24	32	27	26	25	24	32	27	26	25
14	26	27	30	26	28	26	27	30	26	28
15	29	28	28	27	28	29	28	28	27	28
16	26	23	23	28	29	26	23	23	28	29
17	26	26	31	26	30	26	26	31	26	30
18	25	24	32	27	26	25	24	32	27	26
19	28	26	27	30	26	28	26	27	30	26
20	28	29	28	28	27	28	29	28	28	27

Fuente: Elaboración propia. 5

Observaciones.....

.....

.....

.....

.....

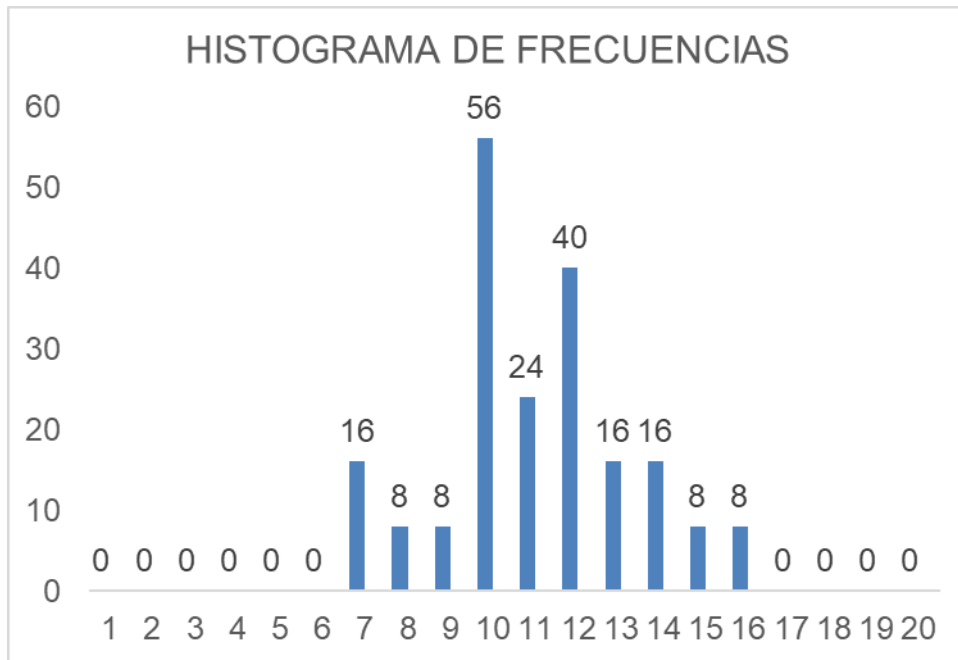


Figura 39. Histograma de frecuencias

Rango “D”.

Lado izquierdo: En la barra (7) quedara de la siguiente manera

$$(16 - 10)/16 = 0.375$$

Lado derecho: En la barra (15) quedara de la siguiente manera

$$(8 - 2)/8 = 0.75$$

Entonces el rango D = 0.375 + 7 + 0.75 = **8.125**

Corrección del Rango “D”.

$$D_{cor} = 8.125 \times 1.0714 \times 5$$

$$D_{cor} = 43.5256$$

Cálculo de la regularidad (IRI).

$$IRI = 0.0485 \times D$$

$$IRI = 0.0485 \times 43.5256$$

$$IRI = 2.11 \text{ m/km}$$

Obtención del PSI se realizó por el planteamiento de Sayers (1982), que correlaciona el IRI con el PSI.

$$PSI = \frac{5}{\left[e^{\left(\frac{IRI}{5.5} \right)} \right]}$$

Dónde:

IRI: Regularidad (Índice de Regularidad Internacional).

PSI: Índice de Serviciabilidad Presente

Tabla 15.

Resultados obtenidos del IRI y PSI

Ítems	Descripción	Progresivas	Radio de curvatura	Índice de Regularidad Internacional (IRI)	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)
1	Tramo en curva	2+888	65	2.0	3.5
2	Tramo en curva	2+988	270	1.5	3.8
3	Tramo en curva	3+028	122	1.9	3.5
4	Tramo en tangente	3+078		1.7	3.7
5	Tramo en curva	3+288	40	3.3	2.7
6	Tramo en curva	3+338	150	1.7	3.7
7	Tramo en tangente	3+388		1.6	3.7
8	Tramo en tangente	3+438		1.3	3.9
9	Tramo en curva	3+478	37	3.8	2.5
10	Tramo en tangente	3+555		1.8	3.6
11	Tramo en curva	3+592	80	2.1	3.4

Fuente: Elaboración propia.

Estimación del factor de corrección por radio y peralte.

Para realizar la estimación del factor de corrección se realizó una proyección en planta del tramo en curva. Lo primero en hacer es conocer el desplazamiento horizontal del punto de medición.

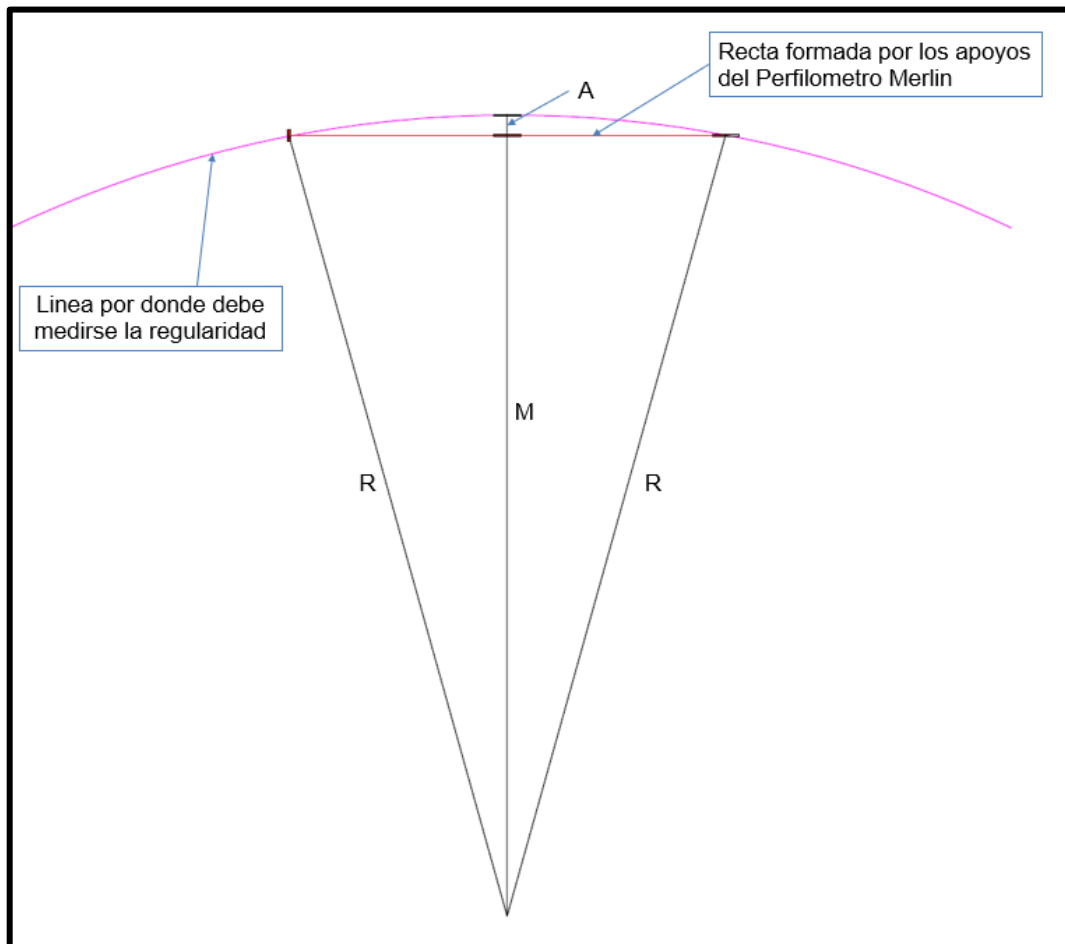


Figura 40. Proyección en planta de la medición de regularidad.

Dónde

R: Radio de curvatura.

A: Desplazamiento horizontal del punto de medición.

M: Bisectriz de los apoyos fijos.

Para la obtención del desplazamiento horizontal restaremos el radio y la bisectriz:

$$A = R - M$$

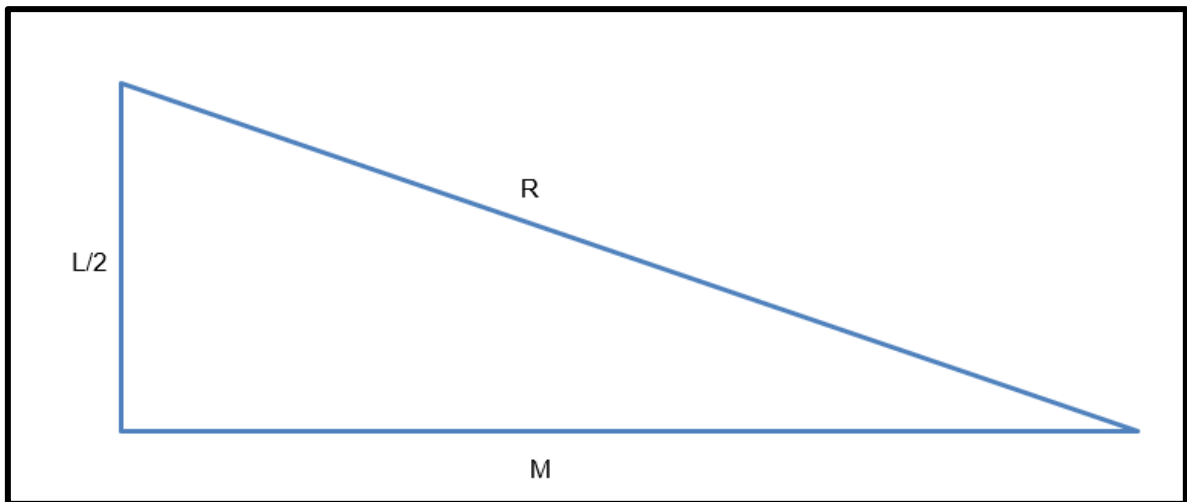


Figura 41. Descomposición de los componentes influyentes en el desplazamiento horizontal.

De la figura podemos deducir lo siguiente:

Aplicando la fórmula de Pitágoras.

$$R^2 = M^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

Para los análisis respectivos necesitamos conocer M, la cual se obtiene despejando M.

$$M = \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \dots (E1)$$

Dónde

L: Distancia entre los apoyos del perfilómetro de Merlín (1.80 metros)

R: Radio de la curva.

Cálculo del desplazamiento horizontal, se expresaría de la siguiente manera.

$$R = A - M$$

$$A = R - M$$

De la expresión anterior reemplazamos M y nos queda la siguiente expresión.

$$A = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \dots (E2)$$

Conociendo el valor de DX calcularemos el valor del incremento de la lectura de la regularidad. Ahora bien, el DX está referido al plano horizontal mas no el vertical, que a continuación se calculara

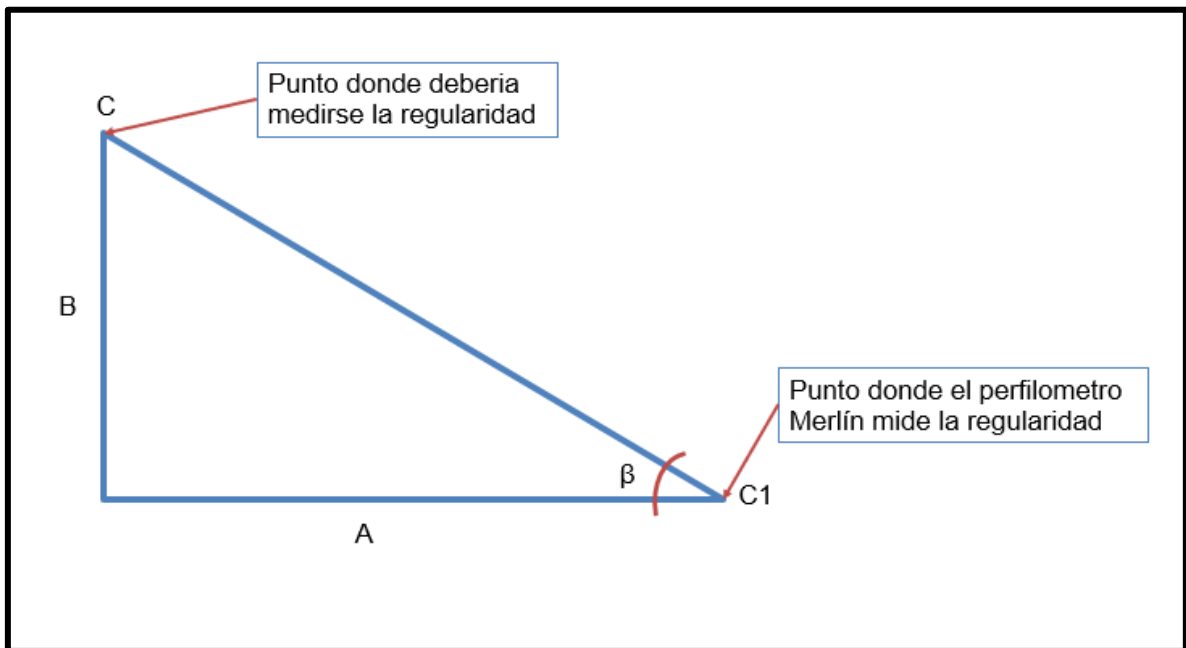


Figura 42. Vista de perfil del desplazamiento vertical.

Del gráfico se deduce lo siguiente Sacando la tangente del ángulo nos queda.

$$\tan \beta = \frac{B}{A}$$

Dónde:

A: Desplazamiento horizontal.

B: Desplazamiento vertical.

Despejando el desplazamiento horizontal, nos queda

$$B = A \times \tan \beta$$

Donde la tangente de alfa nos representa el peralte que tiene la curva. Agrupando las ecuaciones tenemos que:

$$B = \left(R - \left(\sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \right) \right) \times \tan \beta \dots (E3)$$

Los valores del desplazamiento vertical tenemos que convertirlo a unidades Merlín, si la RB (relación brazo) es 1 a 10, B se transformara en 10*B en el tablero de lectura del Merlín.

Como las unidades del perfilómetro de Merlín están graficadas cada 5 mm, tenemos que convertir el B en mm y dividimos 10*B entre 5, ejecutando el siguiente análisis tendremos las unidades en Merlín a restar de la lectura.

Con certeza decimos que los resultados que obtendremos saldrán en decimales y las unidades Merlín no tienen cifras decimales, es por ello que se tiene que redondear al inmediato superior el valor, por decir el resultado sale 2.48, quiere decir que la regularidad está variando entre 2 y 3 unidades MERLÍN, en el casillero 3 del tablero de lectura, por lo tanto, se deberá tomar como 3 unidades MERLÍN a restar a la regularidad en curva.

Factor de corrección del perfilómetro de Merlín por radio y peralte.

$$B = - \left(R - \left(\sqrt{R^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \right) \right) \times \tan \beta \dots (E3)$$

Al desplazamiento vertical se le debe de multiplicar 10 y dividir entre 5

$$B = - \left(37 - \left(\sqrt{37^2 - \left(\frac{1.80}{2}\right)^2} \right) \right) \times 0.08 = -1.752 = -2$$

Objetivo específico 1: Comparar el Índice de Regularidad Internacional en tramos en tangente y tramos en curva.



Figura 43. Levantamiento topográfico de la geometría de la vía.



Figura 44. Recolección de datos de la regularidad de la vía.

Tabla 16.

Comparación del IRI en tramos en tangente y tramos en curva

Ítems	Descripción	Progresivas	Radio de curvatura	Índice de Regularidad Internacional (IRI)	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)
1	Tramo en curva	2+888	65	2.0	3.5
2	Tramo en curva	2+988	270	1.5	3.8
3	Tramo en curva	3+028	122	1.9	3.5
4	Tramo en tangente	3+078		1.7	3.7
5	Tramo en curva	3+288	40	3.3	2.7
6	Tramo en curva	3+338	150	1.7	3.7
7	Tramo en tangente	3+388		1.6	3.7
8	Tramo en tangente	3+438		1.3	3.9
9	Tramo en curva	3+478	37	3.8	2.5
10	Tramo en tangente	3+555		1.8	3.6
11	Tramo en curva	3+592	80	2.1	3.4

Fuente: Elaboración propia.

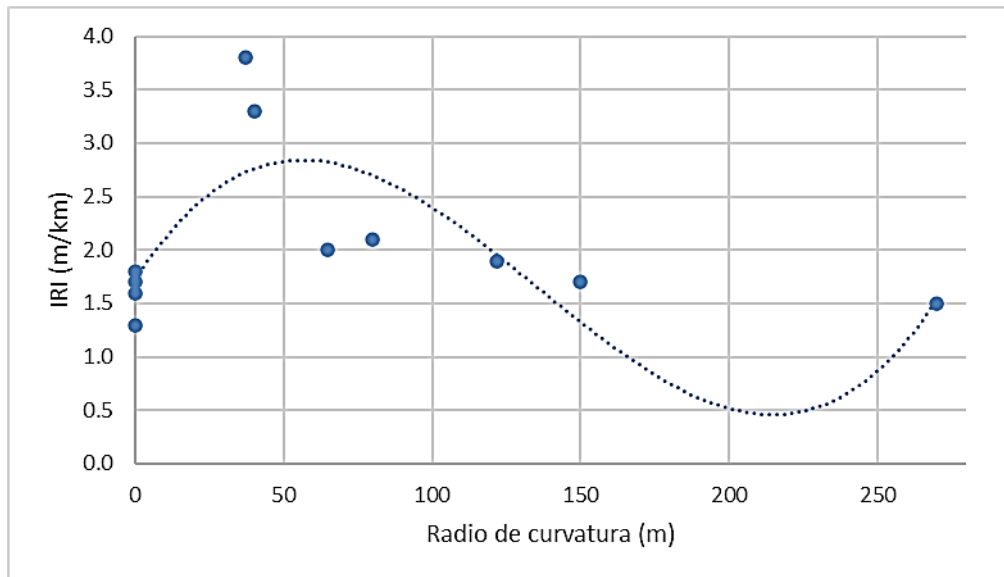


Figura 45. Distribución de datos en tangente y curva

Como se muestra en la Tabla 19 y Figura 45, existe una variación en los resultados cuando son tramos en curva debido a la geometría misma de la vía que hacen que se altere los valores de la regularidad, donde la línea de tendencia hace ver la influencia del radio de curvatura cuando se realiza la medición de la regularidad en sectores en curva. En tramos en tangente los valores del IRI varía de 1.3 a 1.8 m/km, mientras en tramos en curva, presenta un incremento de los valores del IRI, donde la curva que mayor incremento tiene, se ubicada en el km 3+478 con un radio de curvatura de 37 metros que presenta un IRI de 3.8 m/km, mientras en la curva ubicada en el km 3+338 con un radio de curvatura de 270 metros presenta un menor incremento, teniendo un IRI de 1.5 m/km, de los valores obtenidos se concluye que la geometría de la vía hace incrementar los valores del IRI siendo el radio el mayor influyente de este incremento.

Constatación de las Hipótesis

Prueba de Normalidad

Formulación de Hipótesis Específica 1

Ho: Los parámetros de la variable IRI tienen normalidad.

H1: Los parámetros de la variable IRI no tienen normalidad.

Nivel de significancia

$\alpha=5\%$

Elección de la prueba estadística

Si $n=11$, para muestras $n<50$, se empleará Shapiro–Wilk.

Tabla 17.

Prueba de normalidad,

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IRI	.161	7	.200*	.966	7	.869
Radiocurvatura	.210	7	.200*	.860	7	.150

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión

$p\text{-valor} \leq 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

$p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula H_0 .

$p\text{-valor} = 0.150 > 0.05$

se acepta H_0 es decir que se acepta que: Los parámetros de la variable IRI tienen normalidad.

Conclusión

Los parámetros de la variable IRI tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, al tener una distribución normal se procede a realizar la prueba paramétrica. De tal manera, se procede a realizar la correlación de Pearson

Prueba de Correlación de Pearsón

Formulación de Hipótesis Específica 1

H_0 : Los parámetros del Diseño Geométrico de la vía alterarían el IRI.

H_1 : Los parámetros del Diseño Geométrico de la vía no alterarían el IRI.

Nivel de significancia

$\alpha=5\%$

Tabla 18.

Correlación de Pearson, He1.

Correlaciones

		IRI	Radiocurvatura
IRI	Correlación de Pearson	1	-.840*
	Sig. (bilateral)		.018
	N	11	7
Radiocurvatura	Correlación de Pearson	-.840*	1
	Sig. (bilateral)	.018	
	N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: IBM SPSS.

Regla de decisión

r-valor ≤ 0.05 , se acepta la hipótesis alterna H_0

r-valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula H_1

$$r\text{-valor} = -0.840 < 0.05$$

Se acepta la hipótesis nula H_0 : Los parámetros del Diseño Geométrico de la vía alterarían el IRI.

Conclusión

Existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula (H_0) donde se hace mención a que los parámetros del Diseño Geométrico alterarían los valores del IRI.

Objetivo específico 2: Corregir el valor del Índice de Regularidad Internacional en función del radio en sectores con curvas consecutivas.



Figura 46. Medición del pivote al apoyo móvil.



Figura 47. Obtención de datos en curvas consecutivas.

Tabla 19.

Valores corregidos del IRI en curvas

Ítems	Progresivas	Radio de curvatura	Índice de Regularidad Internacional (IRI)	Factor de Corrección por radio	Índice de Regularidad Internacional (IRI) corregido
1	2+888	65	2.0	-1	1.0
2	2+988	270	1.5	-1	0.5
3	3+028	122	1.9	-1	0.9
4	3+078		1.7		1.7
5	3+288	40	3.3	-2	1.3
6	3+338	150	1.7	-1	0.7
7	3+388		1.6		1.6
8	3+438		1.3		1.3
9	3+478	37	3.8	-2	1.8
10	3+555		1.8		1.8
11	3+592	80	2.1	-1	1.1

Fuente: Elaboración propia. 6

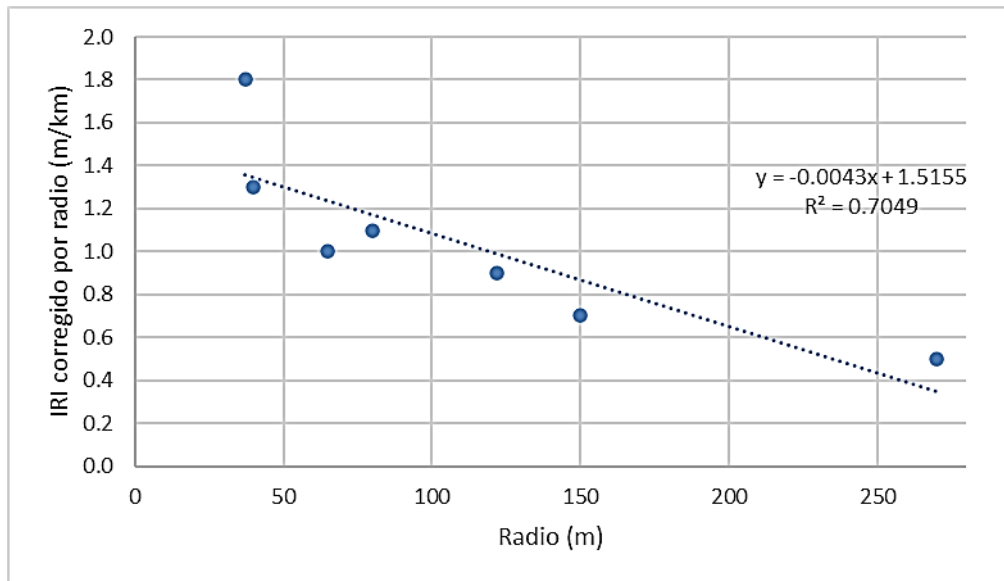


Figura 48. Distribución de datos del IRI corregidos

Como se muestra en la Tabla 20 y Figura 49, se aprecia una distribución normal en los datos gracias a la aplicación del factor de corrección en función del radio, donde la línea de tendencia hace ver una dispersión de datos baja en la medición de la regularidad. La curva ubicada en el km 3+478 con un radio de curvatura de 37 metros presenta un IRI corregido de 1.8, mientras en la curva ubicada en el km 2+988 con un radio de curvatura de 270 metros presenta un IRI de 0.5 m/km, de estos resultados se concluye que cuanto menor sea el radio mayor será el Factor de Corrección a restar.

Constatación de las Hipótesis

Prueba de Normalidad

Formulación de Hipótesis específica 2

Ho: Los parámetros de la variable IRI corregido tiene normalidad

H1: Los parámetros de la variable IRI corregido no tiene normalidad

Nivel de significancia

$\alpha=5\%$

Elección de la prueba estadística

Si $n=11$, para muestras $n<50$, se empleará Shapiro–Wilk.

Tabla 20.

Prueba de Normalidad, He2

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IRI corregido	.318	7	.031	.835	7	.090
Radiocurvatura	.210	7	.200*	.860	7	.150

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS

Toma de decisión

p-valor ≤ 0.05 , se acepta la hipótesis alternativa H1.

p-valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula Ho.

$$\text{p-valor} = 0.090 > 0.05$$

Se acepta Ho: Los parámetros de la variable IRI corregido tiene normalidad

Conclusión

Los parámetros de la variable IRI corregido tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, al tener una distribución normal se procede a realizar la prueba paramétrica.

De tal manera, se procede a realizar la correlación de Pearson

Prueba de Correlación de Pearson

Formulación de Hipótesis específica 2

Ho: el uso factor de corrección del IRI en función al radio reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas.

H1: el uso factor de corrección del IRI en función al radio no reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas.

Tabla 21.

Correlación de Pearson, He2

		Correlaciones	
		IRI corregido	Radiocurvatura
IRI corregido	Correlación de Pearson	1	-.739
	Sig. (bilateral)		.058
	N	11	7
Radiocurvatura	Correlación de Pearson	-.739	1
	Sig. (bilateral)	.058	
	N	7	7

Fuente: IBM SPSS

correlación "r"

r=-0.739

Regla de decisión

r-valor ≤ 0.05 , se acepta la hipótesis alterna Ho

r-valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula H1

$$\mathbf{r\text{-valor}=-0.739 < 0.05}$$

Se acepta la hipótesis nula Ho: el uso factor de corrección del IRI en función al radio reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas.

Conclusión

Existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula donde se hace mención a que el uso del Factor de Corrección del IRI en función al radio reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas.

Objetivo específico 3: Estimar la real serviciabilidad de secciones con curvas consecutivas.



Figura 49. Medición de la regularidad en tangente.



Figura 50. Medición de la regularidad en curva.

Tabla 22.

Valores corregidos del PSI

Ítems	Descripción	Progresivas	Radio de curvatura	Índice de Regularidad Internacional (IRI) corregido	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)
1	Tramo en curva	2+888	65	1.0	4.2
2	Tramo en curva	2+988	270	0.5	4.6
3	Tramo en curva	3+028	122	0.9	4.2
4	Tramo en tangente	3+078		1.7	3.7
5	Tramo en curva	3+288	40	1.3	3.9
6	Tramo en curva	3+338	150	0.7	4.4
7	Tramo en tangente	3+388		1.6	3.7
8	Tramo en tangente	3+438		1.3	3.9
9	Tramo en curva	3+478	37	1.8	3.6
10	Tramo en tangente	3+555		1.8	3.6
11	Tramo en curva	3+592	80	1.1	4.1

Fuente: Elaboración propia. 7

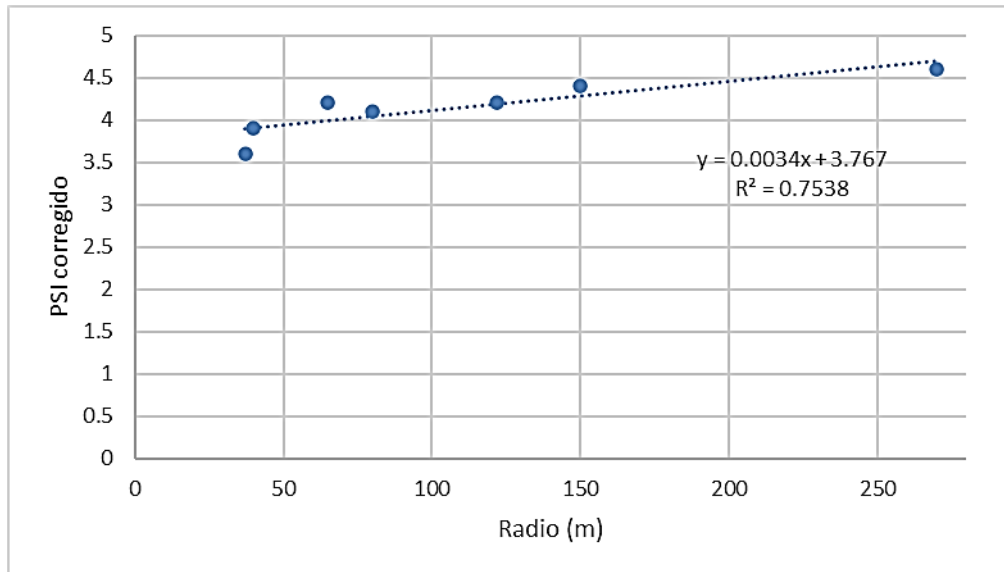


Figura 51. Distribución de datos del PSI corregidos

Como se muestra en la Tabla 21 y en la Figura 52, se aprecia que el valor del PSI se incrementa en función del radio, gracias a la aplicación del factor de corrección existe una baja dispersión de los datos, siendo estas su real serviciabilidad. la curva ubicada en el km 2+980 con un radio de 270 metros presenta un PSI de 4.6 siendo este sector con mejor capacidad de servicio, mientras en la curva ubicada en el km 3+555 con un radio de 37 metros un PSI de 3.6 y en el km 3+478 sector con tramo en tangente un PSI de 3.6 teniendo la menor capacidad de servicio. De estos resultados se deduce que con la aplicación del factor de corrección en el Índice de Regularidad Internacional se pudo estimar su real serviciabilidad del sector en estudio.

Constatación de las Hipótesis

Prueba de Normalidad

Formulación de Hipótesis específica 3

Ho: Los parámetros de la variable PSI tiene normalidad.

H1: Los parámetros de la variable PSI no tiene normalidad.

Nivel de significancia

$\alpha=5\%$

Prueba estadística

Si $n=11$, para muestras $n < 50$, se empleará Shapiro–Wilk.

Tabla 23.

Prueba de Normalidad, He3

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PSI	.162	7	.200*	.976	7	.940
Radiocurvatura	.210	7	.200*	.860	7	.150

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Toma de decisión

$p\text{-valor} \leq 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa H1.

$p\text{-valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula Ho.

$$p\text{-valor} = 0.150 > 0.05$$

Se acepta Ho: Los parámetros de la variable PSI tiene normalidad

Conclusión

Los parámetros de la variable PSI tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, al tener una distribución normal se procede a realizar la prueba paramétrica.

De tal manera, se procede a realizar la correlación de Pearson

Prueba de Correlación de Pearson

Formulación de la Hipótesis Específica 3

Ho: el uso factor de corrección al IRI permitiría estimar la real Serviciabilidad de un tramo con curvas consecutivas.

H1: el uso factor de corrección al IRI no permitiría estimar la real Serviciabilidad de un tramo con curvas consecutivas.

Tabla 24.

Correlación de Pearson, he3

Correlaciones

		PSI	Radiocurvatura
PSI	Correlación de Pearson	1	-.868*
	Sig. (bilateral)		.011
	N	11	7
Radiocurvatura	Correlación de Pearson	-.868*	1
	Sig. (bilateral)	.011	
	N	7	7

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Regla de decisión

r-valor ≤ 0.05 , se acepta la hipótesis alterna H_0 .

r-valor > 0.05 , se acepta la hipótesis nula H_1 .

$$\mathbf{r\text{-valor} = -0.868 < 0.05}$$

Se acepta la hipótesis nula H_0 : el uso factor de corrección al IRI permitiría estimar la real Serviciabilidad de un tramo con curvas consecutivas.

Conclusión

Existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula donde se hace mención a que el uso del Factor de Corrección al IRI permitiría estimar la real Serviciabilidad de un tramo con curvas consecutivas.

V. DISCUSIÓN

Con la finalidad de comparar el valor del IRI en secciones en curva y tramos en tangente, se realizó el ensayo de regularidad con el equipo Rugosímetro MERLÍN, realizando un análisis por separado, seleccionando tramos en tangente y tramos en curva, para el análisis se tomó los dos sectores con los radios menores de la vía, donde se determinó un IRI de 3.3 en el km 3+288 con un radio de 40 metros y un IRI de 3.8 en el km 3+478 con un radio de 37 metros, siendo estos resultados influenciados por los parámetros del Diseño Geométricos de la vía, estos resultados no son coincidentes en su totalidad con los resultados de Díaz (2022), donde el autor se basó que el incremento del IRI se debe a la cantidad de curvas que presenta por kilómetro, pero no solo depende de la cantidad de curvas, sino el mayor influyente del incremento se debe al Diseño Geométrico de la carretera, estamos de acuerdo que la curva hace incrementar el IRI pero no siendo este un factor influyente en su totalidad, sino de los elementos que presenta esta carretera, cuando mayores sean los radios menores son los incrementos del IRI.

Con la finalidad de corregir la regularidad en sectores con curvas consecutivas, se realizó el ensayo de regularidad con el equipo Rugosímetro MERLÍN, obteniendo un Índice de Regularidad Internacional corregido por radio de 1.8 m/km en la curva con menor radio y un Índice de Regularidad Internacional corregido de 0.5 en la curva con mayor radio del tramo en estudio encontrándose dentro de los límites permisivos por la normativa, la estimación de corrección por radio ayudó a reducir este incremento del Índice de Regularidad Internacional que es influenciada por la geometría misma de la vía, las cuales con la estimación de corrección por radio se conocen los verdaderos valores del IRI en el tramo de estudio, siendo el radio un factor influyente en la disminución de los resultados obtenidos. Los resultados obtenidos no coinciden en su totalidad con los resultados Arteaga y Noriega (2019), donde realizaron el análisis de 5 curvas con radios que varían de 8.20 a 12.19 metros donde se aprecia claramente la influencia de contar con radios menores hace incrementar el IRI, donde los resultados obtenidos varía de 4.16 a 5.41 m/km, donde llegamos a decir que cuanto menor sea el radio mayor será el incremento del IRI.

Con la finalidad de evaluar la serviciabilidad en curvas consecutivas, dicho análisis se realizó por el planteamiento de Sayers (1982), donde correlaciona el IRI corregido con el PSI, obteniendo un PSI corregido de 4.6 en la curva en la curva con mayor radio ubicada en el kilómetro 2+988, mientras en la curva ubicada en el kilómetro 3+478 presenta un PSI corregido de 3.6, siendo esta la de menor radio, donde se aprecia un influencia de la geometría misma de la vía en disminuir el PSI y con la utilización del factor de corrección se logró estimar la real serviciabilidad del tramo en estudio, estos resultados son coincidentes con Cayambe y Jara (2022), que obtuvieron en el tramo Riobamba – Pulingui un PSI de 4.0 siendo este resultado mejor debido a que el tramo se encuentra en su mayoría por tramos en tangente y en el tramo Chambo-Cebadas presenta un IRI crítico de 4.2 y PSI de 3 debido a que la vía en estudio presenta una geometría complicada, con presencia de curvas consecutivas y radios menores.

VI. CONCLUSIONES

- La presente investigación se analizó la influencia de los parámetros del Diseño Geométrico de una vía en el Índice de Regularidad Internacional, y como modifica los valores del IRI en tramos en tangente y tramos en curva, específicamente se evaluó el radio de curvatura (curvas consecutivas) en el Índice de Regularidad Internacional, para fines de la investigación los indicadores evaluados son: El radio de curvatura; El Índice de Regularidad Internacional; Índice de Regularidad Internacional corregido y el Índice de Serviciabilidad Presente, se evaluó en la vía de articulación en la ciudad de Juliaca el IRI corregido y el IRI real, la finalidad es obtener un Factor de Corrección para corregir el IRI en tramos en curvas.
- Se analizó la problemática que existe en la evaluación del IRI en una vía de geometría accidentada; para el análisis se llevó a cabo un ensayo de regularidad utilizando el rugosímetro de MERLÍN; se seleccionaron tramos de 50 metros tanto en tramos en tangente y tramos en curva. En los tramos en tangente, los valores del IRI varían de 1.3 a 1.8 m/km, mientras que, en los tramos en curva, los valores del IRI varían de 1.5 a 3.8 m/km; donde se observa un incremento en los valores del IRI; la curva con el mayor incremento se encuentra en el km 3+478, con un radio de curvatura de 37 metros y un IRI de 3.8 m/km, mientras que, la curva ubicada en el km 3+338, con un radio de curvatura de 270 metros, presenta un incremento menor, con un IRI de 1.5 m/km. Los resultados obtenidos son coincidentes con Sanga (2019), donde realizó el análisis del IRI en una carretera con geometría accidentada, donde los resultados que obtuvo los IRIs varían de 2.04 a 2.48 m/km en tramos en tangente y en tramos con curvas varía de 3.06 a 5.42 m/km, donde presentan curvas de radios reducidos que van de 7.00 metros a 15.50 metros, con los resultados obtenidos se comprueba que los parámetros del Diseño Geometría alteran el IRI en una vía accidentada (curvas consecutivas). Esto valida la premisa inicial de la investigación, donde se demuestra que a medida que el radio es menor, el incremento del Índice de Regularidad Internacional es mayor.

- En relación al Índice de Regularidad Internacional corregido, se observa que, al aplicar el factor de corrección basado en el radio de curvatura, se reducen los valores del IRI en sectores con curvas consecutivas. En el tramo de estudio, la curva ubicada en el km 2+988 presenta un Índice de Regularidad Internacional de 1.5 m/km con un radio de 270 metros, siendo este el mayor radio del tramo. Por otro lado, la curva ubicada en el km 3+478 presenta un Índice de Regularidad Internacional de 3.8 m/km con un radio de 37 metros, siendo esta la curva con el menor radio del tramo. Como resultado, se logró corregir el Índice de Regularidad Internacional en curvas, pasando de 1.5 a 0.5 m/km y de 3.8 a 1.8 m/km. Sanga (2019), realizó el análisis del IRI en una carretera con geometría accidentada donde los resultados que obtuvo los IRIs varía de 3.06 a 5.42 m/km en tramos en curva, donde se aprecia que contar con radios reducidos hace que se altere los IRIs, para solucionar este problema el autor planteó una corrección en función a una ecuación de regresión lineal donde obtuvo una corrección del IRI en campo pasando de 3.06 a 2.18 m/km; y de 5.42 a 4.70 m/km. Estos resultados validan los objetivos planteados en este trabajo de investigación.
- En relación al Índice de Serviciabilidad Presente, se empleó la correlación de Sayers (1997), la cual correlaciona el Índice de Regularidad Internacional con el Índice de Serviciabilidad Presente, resultando un Índice de Serviciabilidad Presente de 3.6 en la curva ubicada en el km 3+478 con un radio de 37 metros, siendo este el menor radio en estudio, y un Índice de Serviciabilidad Presente de 4.6 en la curva ubicada en el km 2+988 con un radio de 270 siendo está el de mayor radio en estudio. Cayambe y Jara (2022), en su investigación obtuvieron en el tramo Riobamba – Pulingui un PSI de 4.0 siendo este resultado mejor debido a que el tramo se encuentra en su mayoría por tramos en tangente; mientras que en el tramo Chambo-Cebadas presenta un IRI crítico de 4.2 y PSI de 3 debido a que el tramo presenta una geometría accidentada con presencia de curvas consecutivas y radios menores. Estos resultados validaron los objetivos planteados inicialmente y se logró estimar la serviciabilidad en tramos en curvas.

VII. RECOMENDACIONES

- Según el análisis realizado en esta investigación, se recomienda que tanto las entidades públicas como privadas colaboren para actualizar las normativas actuales; esto permitirá la elaboración de expedientes técnicos con el perfil longitudinal y eje de la vía de diseño, para obtener el IRI geométrico y proponer nuevos umbrales admisibles en cuanto al incremento del IRI influenciada por la geometría de la vía durante la ejecución de la obra.
- Se recomienda ampliar el alcance de la investigación analizando de qué manera influye el peralte en los valores del IRI utilizando rugosímetros dinámicos automatizados, tales como: el Bump Integrator Y el perfilómetro Laser. Además, es importante capacitar a los operadores y realizar mediciones anuales. Si se realizan mediciones más frecuentes, se facilita la detección y corrección de fallas significativas.
- Se recomienda al evaluar el desarrollo de una carretera y si no cumple con el diseño geométrico, se sugiere proponer mejoras en la alineación de la carretera en ciertos sectores críticos en términos de seguridad vial para los usuarios; esto ayudará a reducir el aumento del IRI causado por la geometría de la vía.
- Recomendamos que las entidades correspondientes consideren nuestra ubicación geográfica al adaptar modelos de otros países, debido a que estos ensayos han sido investigados en carreteras diferentes a las de nuestro país, entonces tenemos que tomar casos generales en casos individuales como nuestro país, que presenta una geometría accidentada con geografía variada.

REFERENCIAS

- AASHTO, 1993. *“Guía de Diseño Estructural de Pavimentos. Washington D.C, EE. UU.”*.
- AASHTO, 2012. *“Manual de gestión de pavimentos”*. EE.UU. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ARTEAGA, G., 2019. *“Análisis de la variación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en función de variables constructivas y geométricas en vías menores”*. Universidad Ricardo Palma, Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2677>
- ALVARENGA, E., 2002. *“Índices de medición de la regularidad de un pavimento. Republica del El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, transporte, vivienda y desarrollo urbano”*.
- ASTM E 867-06, 2012. *“Standard terminology relating to vehicle - pavement systems”*. American Society of Testing Materials.
- BADILLA, G., 2009. *“Determinación de la Regularidad Superficial de Pavimentos mediante el cálculo del Índice Regularidad Internacional (IRI): Aspectos y Consideraciones Importantes. Lisboa, Portugal: XV Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto”*.
- BARRANTES, R., SIBAJA, D., y PORRAS, J., 2008. *“Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de índices, red vial nacional”*. San José, Costa Rica.
- BARRIGA, M. y CHACA, J., 2019. *“Análisis de la seguridad y accidentalidad de la Av. de las Américas, en función de las propiedades superficiales”*. Tesis, Universidad de Cuenca. Obtenido de Repositorio institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33582>
- BARRIONUEVO, G., 2018. *“Análisis comparativo de los costos de inversión en obras públicas y obras concesionadas de carreteras en el Perú”*. Lima, Perú.
- CÁCERES, A. y SEGURA, M., 2018. *“Análisis y evaluación de los índices de rugosidad de la Panamericana Norte – Trujillo, usando el método de Road and Level y el método de MERLÍN”*. Tesis de Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/iri-indice-de-rugosidadinternacional/7679308/>

- CAMACHO, S., 2018. “Evaluación y análisis de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Puno aplicando el método ROADROID y el rugosímetro de MERLÍN”. Juliaca - Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- CÁRDENAS, J., 2013. “Diseño geométrico de carreteras (Segunda Edición ed.)”. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
- CARO, F. y PEÑA, G., 2012. “Análisis y criterios para el cálculo del índice de rugosidad internacional (IRI) en vías urbanas colombianas que orienten la elaboración de una especificación técnica”.
- CHÁVEZ, a., 2017. “Propuesta de tramificación de carreteras de bajo volumen de tránsito para determinar su estado estructural”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- CIRCULAR NÚMERO LM – PI - C1. (2014). “Investigaciones en infraestructura del transporte estudios técnicos realizados para la aplicación del índice de regularidad Internacional (IRI)”.
<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1369/LMPIC1%20Investigaciones%20en%20Infraestructura%20del%20transportes.pdf?sequence=1>
- CIRERA, L., 2010. “Indicadores de Calidad en Carreteras. Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el Análisis de su Evolución en un Grupo de Carreteras de la Red Básica de Cataluña”. Proyecto de Tesis, Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- CONTRATO DE CONCESIÓN DE LA CARRETERA LONGITUDINAL DE LA SIERRA, 2014. “Contrato de concesión de la carretera longitudinal de la Sierra tramo 2”.
- DEL ÁGUILA, P., (1999). “Manual del Usuario MERLINER, MERLÍN Equipo para Rugosidad”.
- DÍAZ, R., 2020. “Cálculo del IRI teórico en caminos con geometría restringida. Curso Taller IRI Teórico”. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- GARACH, L., 2013. “Medida de Consistencia en carreteras convencionales y su relación con la seguridad vial. aplicación a la provincia de Granada”. Programa de Doctorado: Expresión Gráfica y Proyecto Urbano. Granada, España.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. “Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta”. México: McGraw-Hill Interamericana Editores.

- INVIAS, 2007. NORMA E-790-07. “*Determinación del índice internacional de rugosidad (IRI) para medir la rugosidad de los pavimentos. Instituto Nacional de Vías*”.
- JELVES, M., 2000. “*Influencia del Diseño Geométrico de los Pavimentos en el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)*”. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- LAURA, D., 2016. “*Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco - Urcos, usando teléfonos inteligentes y el rugosímetro de MERLÍN*”. Cusco: Universidad Andina del Cusco. Lloclla, A.,
- MATOS, d., y NÚÑEZ, f., 2018. “*Evaluación del sistema de gestión de pavimentos de la carretera Central (tramo: la Oroya– Concepción “PE003-S”)*”. Lima, Perú.
- MTC, 2018. “*Manual de carreteras: Diseño Geométrico, DG-2018. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles*”.
- OSITRAN, 2018. “*Documento de Trabajo N° 5: Análisis de la infraestructura vial concesionada en el Perú*”.
- PARÍ, P., 2010. “*Estudio de la rugosidad en pavimentos asfálticos de la ciudad de Puno*”. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- PINILLA, J., 2009. “*Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector Pte. la Libertad - Maltería (km0+000 al km 06+000)*”. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- POSADA, J., 2003. “*HDM-4 guía básica para su uso*”. Tesis, Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- PRADENA, M., 2006. “*Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados. Revista de la Construcción*”.
- RAMOS, P., 2018. “*Estudio del índice de regularidad internacional en vías pavimentadas mediante el uso de perfilómetro laser ROMDAS*”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- SALGADO, M., 2003. “*Determinación de la influencia del diseño geométrico en la medición del IRI*”. Chile.
- SALGADO, M., 2020. “*Curso internacional certificado aplicación y manejo del HDM – 4. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile y HDM Global*”.

- SÁNCHEZ, J., 2011. “*Metodología para la evaluación de la consistencia de trazado de carreteras interurbanas de dos carriles*”. Tesis Doctoral, 319. Madrid, España.
- SÁNCHEZ, K., 2019. “*Análisis comparativo del índice de rugosidad internacional del pavimento de la Av. La Cultura de la ciudad del Cusco mediante el aplicativo para smartphone ROADROID, rugosímetro electrónico Bump Integrator B1-100A y rugosímetro de MERLÍN*”. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- SAYERS, M., y KARAMIHAS, S., 1998. “*The Little Book of Profiling: Basic information about measuring and interpreting road profiles*”. EEUU.
- TAFUR, R., 2021. “*Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la Urbanización Monterrico-districto de Santiago de Surco*”. Tesis, Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3993>
- VERA, I., THENOUX, G., SOLMINIHAC, H., y ECHAVEGUREN, T., 2010. “*Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles*”. Revista de la Construcción.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023

Autor: Bach. Jean Midler Quispe Cutipa

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VI Factor de Corrección	Es un factor multiplicado por el resultado de una ecuación para corregir una cantidad conocida de error sistémico. El análisis de errores depende de los factores de corrección, que son cálculos designados implementados para evaluar factores inciertos en los resultados medidos.	Una vez evaluado la regularidad superficial en el tramo en estudio se analizará una propuesta de factor de corrección tomando en cuenta los elementos del diseño geométrico, diferenciando tramos en tangente y tramos en curva los mismo que nos permitirá conocer la regularidad superficial en cada caso.	Características del diseño geométrico de carretera	Radio de Curvatura	m
VD Evaluación Funcional	Es un proceso de observación, cuyo objetivo de esto es recolectar información para saber qué pasó antes y después de una acción, observar visualmente las relaciones que existen entre ellas, e identificar y cuantificar problemas físicos. El propósito de la evaluación funcional es obtener la mayor cantidad de información posible sobre la función a partir de una revisión sistemática y un examen detallado utilizando pruebas, mediciones y evaluación de datos, para determinar el diagnóstico y el pronóstico y aliviar los síntomas identificados o implementar y documentar un tratamiento de la evaluación de la carretera. plan de eliminación.	Mediante la estimación de un factor de corrección a la regularidad superficial en tramos en curva teniendo en cuenta el desarrollo del peralte y los radios de curvatura se estimará los indicadores de la evaluación superficial, estimando de esta manera la serviciabilidad existente del tramo en estudio.	Serviciabilidad	IRI	m/km
				IRI Corregido	m/km
				PSI	Adimensional

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023

Autor: Bach. Jean Midler Quispe Cutipa

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Metodología
P. General	O. General	H. General	Independiente				
¿Cómo influye el uso del factor de corrección en la evaluación funcional de una carretera con topografía accidentada, caso de la Vía de Articulación en Juliaca?	Desarrollar un factor de corrección en la evaluación funcional de una vía para conocer la real serviciabilidad de la Vía de Articulación en Juliaca.	El uso de un factor de corrección en la evaluación funcional en la vía permitiría conocer la real serviciabilidad de la Vía de Articulación en Juliaca	Factor de corrección	Características del diseño geométrico de carretera	Radio de Curvatura	Formatos de recolección de datos Softwares (AutoCAD, Civil 3D, Excel y Microsoft Word) Gabinete	<p>tipo de investigación Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación Cuantitativo</p> <p>El diseño de la investigación No experimental</p> <p>El nivel de la investigación Explicativo</p> <p>Población Vía de Articulación Tramo II comprendida del km 0+220 hasta el km 3+844.41</p> <p>Muestra Del km 2+880 al 3+720</p> <p>Muestreo No Probabilístico</p>
P. Específicos	O. Especifico	H. Especifico	Dependiente				
¿Como influye el Diseño Geométrico de carreteras en el Índice de Regularidad Internacional de la vía de Articulación en Juliaca?.	Comparar el Índice de Regularidad Internacional en tramos en tangente y tramos en curva de la vía de articulación en Juliaca.	Los parámetros del Diseño Geométrico de la vía alterarían el Índice de Regularidad Internacional medido con Rugosímetro MERLÍN.	Evaluación Funcional	Serviciabilidad	IRI	Rugosímetro MERLIN	
¿De qué manera influye el radio de curvatura de la vía en la corrección del valor del Índice de Regularidad Internacional de la Vía de Articulación ubicada en la ciudad de Juliaca?	Corregir el valor del Índice de Regularidad Internacional en función del radio en sectores con curvas consecutivas de la Vía de Articulación en la ciudad de Juliaca.	El uso de un factor de corrección del Índice de Regularidad Internacional en función del radio reduciría los valores de regularidad en sectores con curvas consecutivas.			IRI Corregido	Rugosímetro MERLIN	
¿Cómo influye la aplicación del factor de corrección del Índice de Regularidad Internacional para fines de determinar la serviciabilidad de un tramo de carretera con curvas consecutivas ubicada en la ciudad de Juliaca?	Estimar la real serviciabilidad de secciones con curvas consecutivas de la Vía de Articulación en la ciudad de Juliaca.	El uso de un factor de corrección al Índice de Regularidad Internacional permitiría estimar la real Serviciabilidad de la vía de articulación en Juliaca de un tramo con curvas consecutivas			PSI	Ecuación de Correlación	

Anexo 3. Instrumentos utilizados

Rugosímetro MERLÍN



Estación total



Anexo 4. Validez



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 1 NM 2+888 HORA 8:15 a. m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	25	32	30	29	26	25	32	30	29	TIPO DE PAVIMENTO
2	24	27	27	28	26	24	27	27	28	26	
3	31	30	28	24	32	31	30	28	24	32	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	29	25	28	28	28	29	25	28	28	28	
5	26	26	26	28	25	26	26	26	28	25	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	29	26	25	32	26	29	26	25	32	30	
7	26	24	27	27	28	26	24	27	27	28	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	32	31	30	28	24	32	31	30	28	24	
9	28	29	25	28	28	28	29	29	28	28	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	25	26	26	26	28	25	26	26	26	28	
11	30	29	26	25	32	30	29	26	25	32	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	28	26	24	27	27	28	26	24	27	27	
13	24	32	31	30	28	24	32	31	30	28	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	28	28	29	25	28	28	28	29	25	28	
15	28	25	26	26	26	28	25	26	26	26	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	32	30	29	26	25	32	30	29	26	25	
17	27	28	26	24	27	27	28	26	24	27	SELLO <input type="checkbox"/>
18	28	24	32	31	30	28	24	32	31	30	
19	28	28	28	29	25	28	28	28	29	25	
20	26	28	25	26	26	26	28	25	26	26	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESTISTA


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO N.C.A. JULIACA
 Mgr. José Antonio Paredes Vera
 CIP 62764



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 2 KM 2+988 HORA 8:40 a. m.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	22	23	25	24	25	22	23	25	24	25	TIPO DE PAVIMENTO
2	21	25	24	23	26	21	25	24	23	26	
3	23	25	23	24	25	23	25	23	24	25	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	27	26	28	26	25	27	26	28	26	25	
5	24	27	25	23	26	24	27	25	23	26	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	25	22	23	25	24	25	22	23	25	24	
7	26	21	25	24	23	26	21	25	24	23	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	25	28	25	23	24	25	23	25	23	24	
9	25	27	26	28	26	25	27	26	28	26	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	26	24	27	25	23	26	24	27	25	23	
11	24	25	22	23	25	24	25	22	23	25	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	23	26	21	25	24	23	26	21	25	24	
13	24	25	23	25	24	24	25	23	25	23	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	26	25	27	26	28	26	25	27	26	28	
15	23	26	24	27	25	23	26	24	27	25	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	25	24	25	22	23	25	24	25	22	23	
17	24	23	26	21	25	24	23	26	21	25	SELLO <input type="checkbox"/>
18	23	24	25	23	25	23	24	25	23	25	
19	28	26	25	27	26	28	26	25	27	26	
20	25	23	26	24	27	25	23	26	24	27	

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA


 JUAN CARLOS FIGUEROA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEPATUNA
 Mtro. José Antonio Paredes Vera
 CIP 92794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **S** **NM** **3+028** **HORA** **9:10 a. m.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	26	23	24	26	27	26	23	24	26	TIPO DE PAVIMENTO
2	28	26	26	27	24	28	26	26	27	24	
3	23	25	24	24	26	23	25	24	24	26	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	29	25	23	31	29	29	25	23	31	29	
5	23	28	24	30	24	23	28	24	30	24	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	26	27	26	23	24	26	27	26	23	24	
7	24	28	26	26	27	24	28	26	26	27	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	26	23	25	24	24	26	23	25	24	24	
9	29	23	25	23	31	29	29	25	23	31	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	24	23	28	24	30	24	23	28	24	30	
11	24	26	27	26	23	24	26	27	26	23	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	27	24	28	26	26	27	24	28	26	26	
13	24	26	23	25	24	24	26	23	25	24	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	31	29	29	25	23	31	29	29	25	23	
15	30	24	23	28	24	30	24	23	28	24	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	23	24	26	27	26	23	24	26	27	26	
17	26	27	24	28	26	26	27	24	28	26	SELLO <input type="checkbox"/>
18	24	24	26	23	25	24	24	26	23	25	
19	23	31	29	29	25	23	31	29	29	25	
20	24	30	24	23	28	24	30	24	23	28	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA



LIANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 M.E.C.A.
 Mgr. José Antonio Pinedas Vera
 CIP 68794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICIÓN DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 8 **KM** 3+078 **HORA** 9:45 a. m.



ENSAYO N°	KM										TIPO DE PAVIMENTO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	26	25	22	27	27	26	25	22	27	TIPO DE PAVIMENTO
2	24	27	26	23	24	24	27	26	23	24	
3	24	28	21	25	24	24	28	21	25	24	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	22	26	27	25	25	22	26	27	25	25	
5	26	25	29	27	23	26	25	29	27	23	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	27	27	26	25	23	27	27	26	25	22	
7	24	24	27	26	23	24	24	27	26	23	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	24	24	28	21	25	24	24	23	21	25	
9	25	22	26	27	25	25	22	26	27	25	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	23	26	25	29	27	23	26	23	29	27	
11	22	27	27	26	25	22	27	27	26	25	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	23	24	24	27	26	23	24	24	27	26	
13	25	24	24	28	24	25	24	24	28	21	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	25	25	22	26	27	25	25	22	26	27	
15	27	23	26	25	29	27	23	26	25	29	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	25	22	27	27	26	25	22	27	27	26	
17	26	23	24	24	27	26	23	24	24	27	SELLO <input type="checkbox"/>
18	21	25	24	24	28	21	25	24	24	28	
19	27	25	25	22	26	27	25	25	22	26	
20	29	27	23	26	25	29	27	23	26	25	

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA


LIANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO
Mgr. José Antonio Paredes Vero
CIP 62784



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 5 **KM** 3+288 **HORA** 10:20 a. m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	34	31	34	29	27	34	31	33	29	27	TIPO DE PAVIMENTO
2	30	31	31	29	28	30	31	31	29	28	
3	35	25	33	32	29	35	25	33	32	29	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	25	26	31	31	29	25	26	31	31	29	
5	36	28	30	30	36	36	28	30	30	36	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	27	34	31	33	29	27	34	31	33	29	
7	28	30	31	31	29	28	30	31	31	29	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	29	35	25	33	30	29	30	25	33	32	
9	32	25	26	31	31	29	25	26	31	31	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	30	30	28	30	30	30	30	28	30	30	
11	29	27	34	31	33	29	27	34	31	33	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	29	28	30	31	31	29	28	30	31	31	
13	32	29	35	30	33	32	29	35	25	33	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	31	29	25	26	31	31	29	25	26	31	
15	30	36	36	28	30	30	36	36	28	30	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	33	29	27	34	31	33	29	27	34	31	
17	31	29	28	30	31	31	29	28	30	31	SELLO <input type="checkbox"/>
18	33	32	29	35	25	33	32	29	35	25	
19	31	31	29	25	26	31	31	29	25	26	
20	30	30	36	36	28	30	30	36	36	28	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA

UNCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

 LABORATORIO M.S.G.A. JEFATURA
 José Antonio Paredes Vera
 CIP 92784



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VÍA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°	6										KM	3+338										HORA	10:33 a. m.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	24	25	24	24	25	24	25	24	24	25	TIPO DE PAVIMENTO																							
2	24	22	19	25	25	24	22	19	25	25	AFIRMADO																							
3	20	24	22	20	22	20	24	22	20	22	BASE GRANULAR																							
4	20	22	18	21	22	20	22	16	21	22	BASE IMPRIMADA																							
5	22	24	24	23	24	22	24	24	23	24	TRATAMIENTO BICAPA																							
6	25	24	25	24	24	25	24	25	24	24	CARPETA EN FRIO																							
7	25	24	22	19	25	25	24	22	19	25	CARPETA EN CALIENTE	<input checked="" type="checkbox"/>																						
8	22	20	24	22	20	22	20	24	22	20	RECAPEO ASFALTICO																							
9	22	20	22	18	21	22	20	22	16	21	SELLO																							
10	24	22	24	24	23	24	22	24	24	23																								
11	24	25	24	25	24	24	25	24	25	24																								
12	25	25	24	22	19	25	25	24	22	19																								
13	20	22	20	24	22	20	22	20	24	22																								
14	21	22	20	22	16	21	22	20	22	16																								
15	23	24	22	24	24	23	24	22	24	24																								
16	24	24	25	24	25	24	24	25	24	25																								
17	19	25	25	24	22	19	23	25	24	22																								
18	22	20	22	20	24	22	20	22	20	24																								
19	16	21	22	20	22	16	21	22	20	22																								
20	24	23	24	22	24	24	23	24	22	24																								



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA



LIANDY . FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera
 GIP 02704



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VÍA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 7 **KM** 3+388 **HORA** 11:18 a. m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	27	25	24	29	23	27	25	24	29	23	TIPO DE PAVIMENTO
2	27	27	26	26	28	27	27	26	26	28	
3	25	28	25	26	25	25	28	25	26	25	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	27	26	26	27	24	27	26	26	27	24	
5	28	23	31	24	26	28	23	31	24	20	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	23	27	25	24	28	23	27	25	24	29	
7	28	27	27	26	26	28	27	27	26	26	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	25	25	28	25	26	25	25	28	25	26	
9	25	27	26	26	27	24	27	28	26	27	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	26	28	23	31	24	26	28	28	31	24	
11	29	23	27	25	24	29	23	27	25	24	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	26	28	27	27	26	26	28	27	27	26	
13	26	25	25	28	28	26	25	25	28	25	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	27	24	27	26	26	27	24	27	26	26	
15	24	26	28	23	31	24	26	28	23	31	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	24	29	23	27	25	24	28	23	27	25	
17	26	26	28	27	27	26	26	28	27	27	SELLO <input type="checkbox"/>
18	25	26	25	25	28	25	26	25	25	28	
19	26	27	24	27	26	26	27	24	27	26	
20	31	24	26	28	23	31	24	26	28	23	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA



UNIV. FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 MSc. JOSE ANTONIO PARRAS VEGA
 CIP 68794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QURSPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°	R. KM		3+438		HORA		11:55 a. m.					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	28	25	24	23	24	28	25	24	23	24	TIPO DE PAVIMENTO	
2	26	26	24	28	25	26	26	24	28	25	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
3	23	26	24	25	26	23	26	24	25	26	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
4	23	27	27	27	26	23	27	27	27	26	BASE IMPRIMADA	<input type="checkbox"/>
5	26	23	26	25	26	26	23	26	25	26	TRATAMIENTO BICAPA	<input type="checkbox"/>
6	24	28	25	24	23	24	28	25	24	23	CARPETA EN FRIO	<input type="checkbox"/>
7	25	26	26	24	28	25	26	26	24	28	CARPETA EN CALIENTE	<input checked="" type="checkbox"/>
8	26	23	26	24	25	26	23	26	24	25	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
9	26	28	27	27	27	26	23	27	27	27	SELLO	<input type="checkbox"/>
10	26	26	23	26	25	26	26	23	26	25		
11	23	24	28	25	24	23	24	28	25	24		
12	28	25	26	26	24	28	25	26	26	24		
13	25	26	23	26	24	25	26	23	26	24		
14	27	26	23	27	27	27	26	23	27	27		
15	25	26	26	23	26	25	26	26	23	26		
16	24	23	24	28	25	24	23	24	28	25		
17	24	28	25	26	26	24	28	25	26	26		
18	24	25	26	23	26	24	25	26	23	26		
19	27	27	26	23	27	27	27	26	23	27		
20	26	25	26	26	23	26	25	26	26	23		



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA


 UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.G.A. JULIACA
 Mgr. Jose Antonio Paredes Vega
 CIP 82794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 9 KM 3+478 HORA 12:15 p. m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	20	25	25	20	33	20	25	25	20	33	TIPO DE PAVIMENTO
2	21	24	27	21	30	21	24	27	21	30	
3	22	26	28	26	32	22	26	28	26	32	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	23	29	23	27	31	23	29	23	27	31	
5	32	26	28	27	33	32	26	28	27	33	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	33	20	25	25	20	33	20	25	25	20	
7	30	21	24	27	21	30	21	24	27	21	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	32	28	26	28	26	32	22	26	28	26	
9	31	29	29	23	27	31	23	29	23	27	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	33	32	26	28	27	33	32	26	28	27	
11	20	33	20	25	25	20	33	20	25	25	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	21	30	21	24	29	21	30	21	24	27	
13	26	32	22	26	26	26	32	22	26	28	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	27	31	23	29	23	27	31	23	29	23	
15	27	33	32	26	28	27	33	32	26	28	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	25	20	33	20	25	25	20	33	20	25	
17	27	21	30	21	24	27	21	30	21	24	SELLO <input type="checkbox"/>
18	28	26	32	22	26	28	26	32	22	26	
19	23	27	31	23	29	23	27	31	23	29	
20	28	27	33	32	26	28	27	33	32	26	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA

UNACV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

 José Antonio Parado Vera
 CIP 82794



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO PARA MEDICION DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VIA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°	10.	KM	3+553	HORA	12:34 p. m.						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	24	27	22	26	26	24	27	22	26	TIPO DE PAVIMENTO
2	27	25	28	26	25	27	25	23	26	25	
3	23	28	27	24	24	23	28	27	24	24	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	21	28	24	24	21	21	28	24	24	21	
5	26	28	28	25	24	26	28	28	25	24	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	26	26	24	27	23	26	26	24	27	22	
7	25	27	25	23	26	25	27	25	23	26	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	24	28	28	27	24	24	23	23	27	24	
9	21	21	28	24	24	21	21	28	24	24	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	24	26	28	28	25	24	26	28	28	25	
11	22	26	26	24	27	22	26	26	24	27	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	26	25	27	25	23	26	25	27	25	23	
13	24	24	23	28	24	24	24	23	28	27	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	24	21	21	28	24	24	21	21	28	24	
15	25	24	26	28	28	25	24	26	28	28	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	27	22	26	26	24	27	22	26	26	24	
17	23	26	25	27	25	23	26	25	27	25	SELLO <input type="checkbox"/>
18	27	24	24	23	28	27	24	24	23	28	
19	24	24	21	21	28	24	24	21	21	28	
20	28	25	24	26	28	28	25	24	26	28	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESTISTA

UANGV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL

 Mgtr. José Antonio Paredes Vero
 CIP 62784



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO PARA MEDICIÓN DE RUGOSIDAD
(HOJA DE CAMPO)**

PROYECTO : TESIS: "Desarrollo del Factor de Corrección del Índice de Regularidad en la Evaluación Funcional de la Vía de Articulación, Juliaca, 2023"
SOLICITANTE : BACHILLER JEAN MIDLER QUISPE CUTIPA
SECTOR : VÍA DE ARTICULACION
TRAMO : II
CARRIL : DERECHO
FECHA : AGOSTO DEL 2023

(HOJA DE CAMPO)

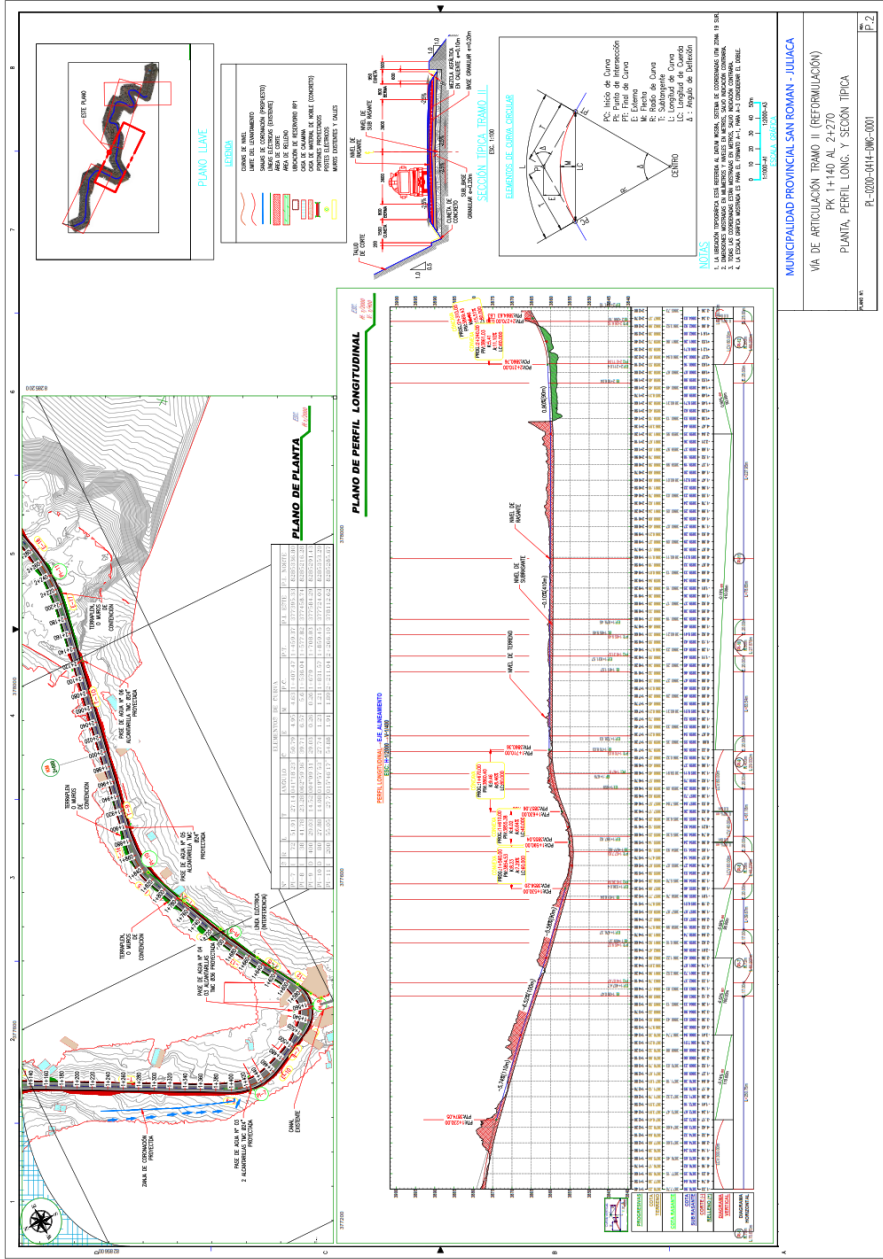
ENSAYO N° 13 **KM** 3+392 **HORA** 1:30 p. m.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	28	29	26	23	23	28	29	26	23	23	TIPO DE PAVIMENTO
2	26	30	26	26	31	26	30	26	26	31	
3	27	26	25	24	32	27	26	25	24	32	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
4	30	26	28	26	27	30	26	28	26	27	
5	28	27	28	29	28	28	27	28	29	28	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
6	23	28	29	26	29	23	28	29	26	23	
7	31	26	30	26	26	31	26	30	26	26	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
8	32	29	26	25	24	32	27	26	25	24	
9	27	30	26	28	26	27	30	28	28	26	TRATAMIENTO BICAPA <input type="checkbox"/>
10	28	28	27	28	29	28	28	27	28	29	
11	23	23	28	29	26	23	23	28	29	26	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
12	26	31	26	30	26	26	31	26	30	26	
13	24	32	27	26	25	34	32	27	26	25	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
14	26	27	30	26	28	26	27	30	26	28	
15	29	28	28	27	28	29	28	28	27	28	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
16	26	23	23	28	29	26	23	23	28	29	
17	26	26	31	26	30	26	26	31	26	30	SELLO <input type="checkbox"/>
18	25	24	32	27	26	25	24	32	27	26	
19	28	26	27	30	26	28	26	27	30	26	
20	28	29	28	28	27	28	29	28	28	27	



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL TESISTA


UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JUNIATA
Ingeniero José Antonio Paredes Verg
CIP 82794



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SAN ROMAN - JULACA

VIA DE ARTICULACION TRAMO II (REFORMULACION)

PK 1+140 AL 2+270

PLANTA, PERFIL LONG. Y SECCION TIPICA

VER EN

P. 2

Anexo 5. Panel fotográfico





2 ago. 2023 10:52:47
19L 378781 8284856
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3879.1m



2 ago. 2023 10:56:34
19L 378770 8284875
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3885.7m



2 ago. 2023 10:56:39
19L 378771 8284876
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3885.6m



2 ago. 2023 11:00:38
19L 378830 8284971
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3897.0m

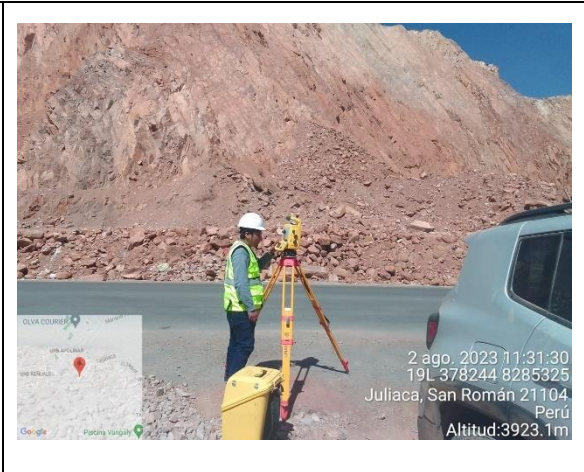


2 ago. 2023 10:58:48
19L 378790 8284918
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3893.7m

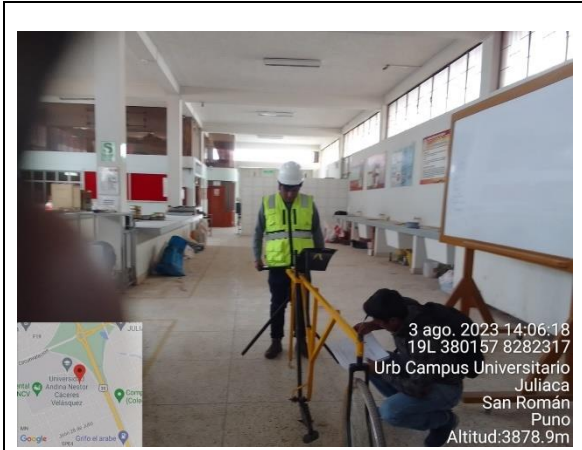


2 ago. 2023 11:03:37
19L 378860 8285028
Juliaca, San Román 21104
Perú
Altitud:3901.4m









3 ago. 2023 14:06:18
19L 380157 8282317
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3878.9m



3 ago. 2023 14:05:47
19L 380153 8282328
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3869.8m



3 ago. 2023 14:07:20
19L 380169 8282303
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3879.2m



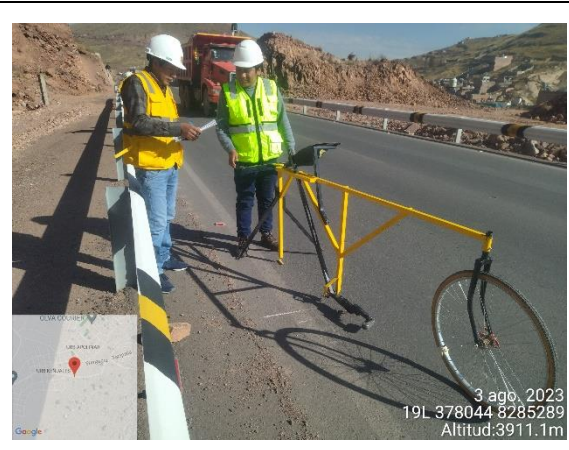
3 ago. 2023 14:07:17
19L 380167 8282304
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3878.8m

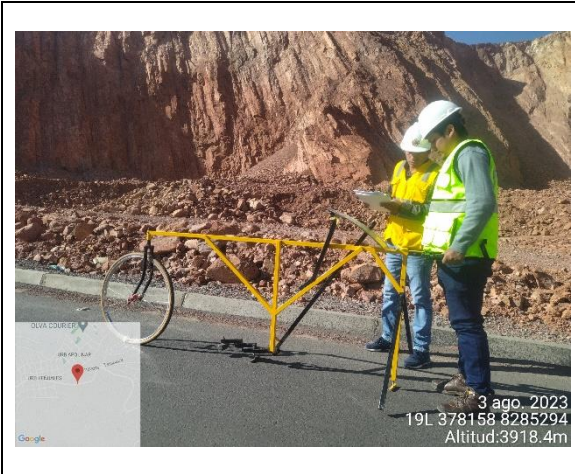


3 ago. 2023 14:07:26
19L 380177 8282300
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3875.3m

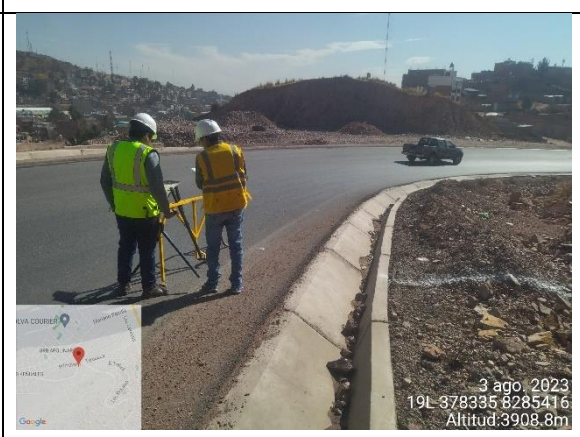
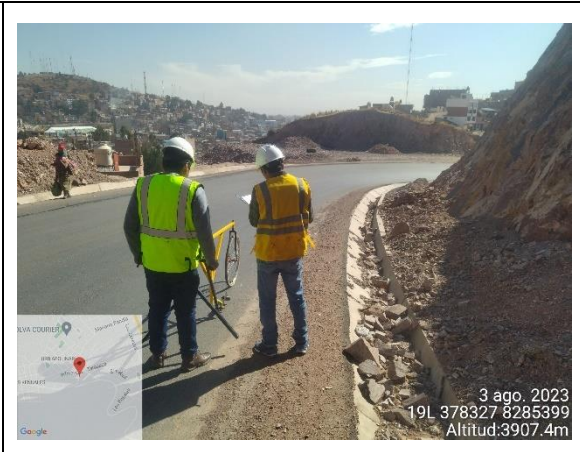


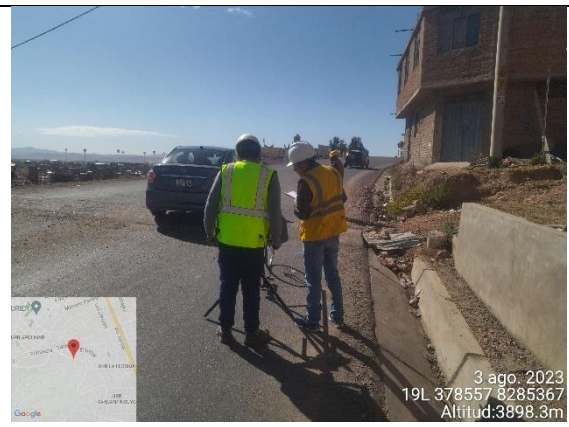
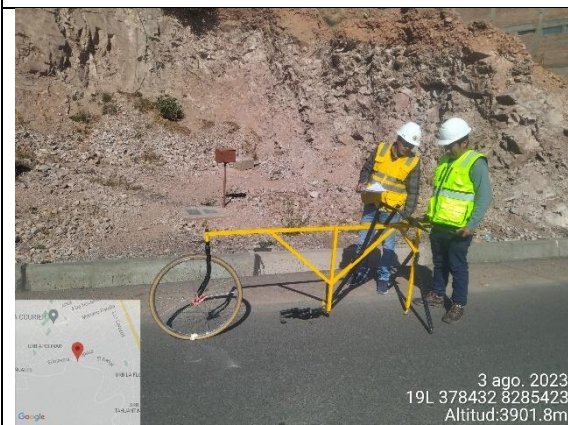
3 ago. 2023 14:05:35
19L 380163 8282319
Urb Campus Universitario
Juliaca
San Román
Puno
Altitud:3870.3m

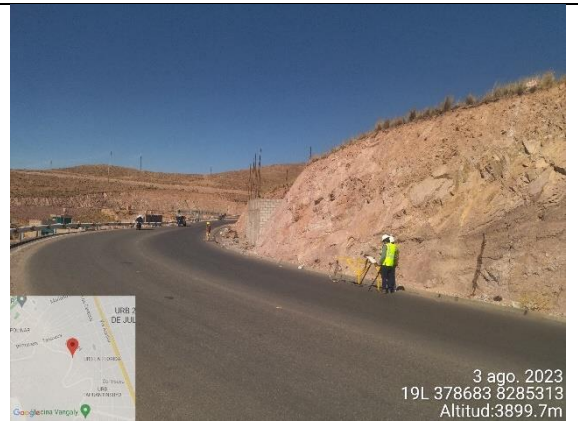
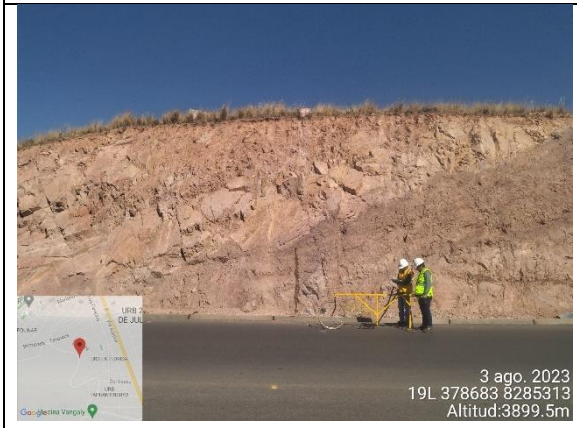
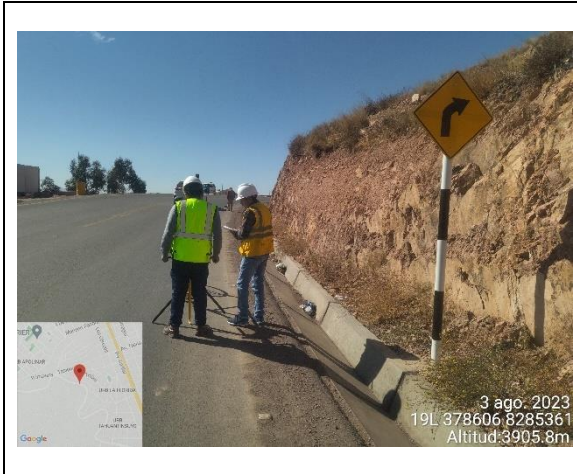


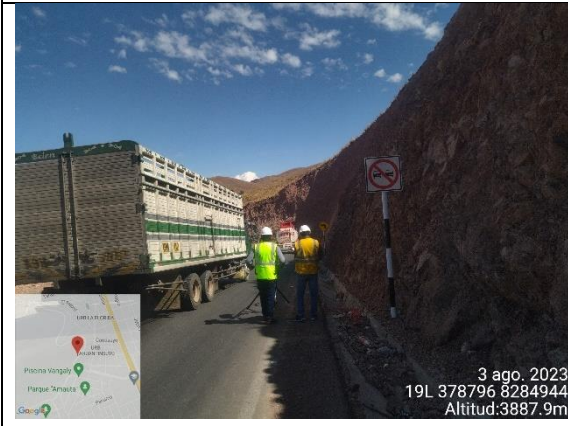
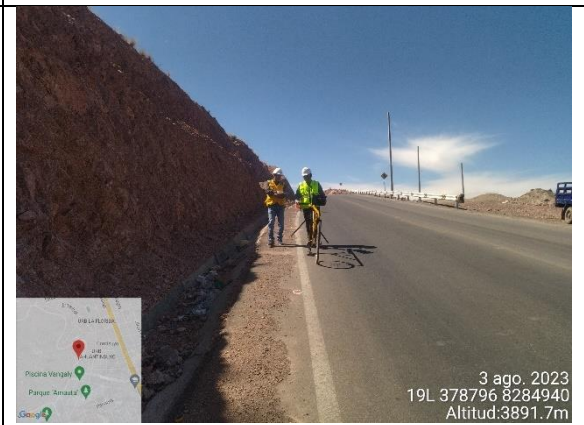
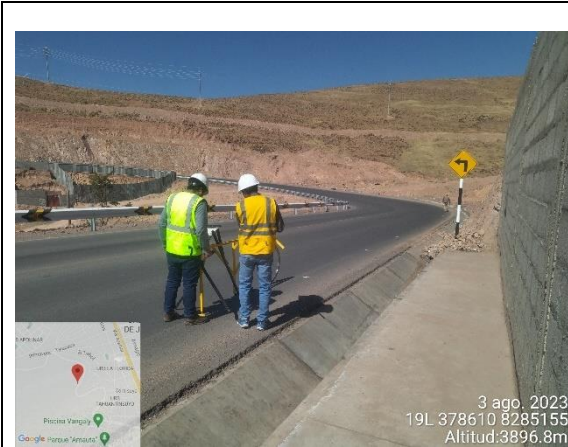












Anexo 6. Certificado de calibración del equipo



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 0254 - 2023

Página 1 de 2

1. Expediente	505-2023	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELASQUEZ	
3. Dirección	PJ. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO	
4. Instrumento de medición	RUGOSIMETRO DE MERLIN	
Marca	G&L EQUILAB	
Modelo	LA-3626	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	602263880009	
Procedencia	PERÚ	
5. Fecha de Verificación	2023-06-03	
6. Lugar de verificación	PJ. LA CULTURA NRO. 305 CERCADO / JULIACA - SAN ROMAN - PUNO	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2023-06-12	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 0254 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 2

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método lineal con patrones trazables al SNM/INDECOPI tomando como referencia la NTP 339.141.

8. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0656-2018
METROIL	CINTA METRICA MARCA: STANLEY	L-0655-2018
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	METROIL T-1695-2019

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15.4 °C	15.5 °C
Humedad Relativa	35 %HR	35 %HR

10. Resultados de Medición

Diámetro (mm)	Metro5 (m)	
1000	1	



FIN DE DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° CERT	009-23
AÑO	2023

Nombre	Richard Paul Malma Gonzales	Precisión Angular	2"
DNI/RUC	70244197	Lectura Mínima	1"
Equipo	Estación total	Precisión de Distancia/Prisma	2 mm+2 ppm
Marca	Trimble	Precisión de Distancia/DR	3 mm+2 ppm
Modelo	S3 DR	Alcance con Prisma Sin Prisma	1.3 a 3500m. con 01prisma 0 a 500m.
Serie	91210497	Lectura Distancia Mínima	1 m

MEDICION DE SISTEMA ANGULAR

PATRON DE MEDIDAS		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
0	0	0
90	0	0

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
HORIZONT.	0	0	8
VERT.	0	0	21

LECTURAS DE EQUIPO			
	ANGULO DIRECTO	ANGULO INVERSO	DELTA
AH	0 ° 0 ' 0 "	180 ° 00 ' 08 "	8"

DESPUES DE COLIMACION			
	ANGULO DIRECTO	ANGULO INVERSO	DELTA
	0 ° 0 ' 0 "	180 ° 0 ' 0 "	0 "

AV	90 ° 00 ' 14 "	270 ° 00 ' 07 "	21"
----	----------------	-----------------	-----

	90 ° 00 ' 08 "	269 ° 59 ' 52 "	0 "
--	----------------	-----------------	-----

SISTEMA DE MEDIDAS DE DISTANCIA

PATRON DE MEDIDAS	0.735mts	2.144mts	5.981mts	6.183mts	6.420mts
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	0.735mts	2.144mts	5.981mts	6.183mts	6.420mts
ERROR PARA CORREGIR	00.00mm	00.00mm	00.00mm	00.00mm	00.00mm

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO:

Colimador marca SOUTH, modelo F420-3T, serie COL3T0001, precisión de 2" y aumento de lentes 30X.

PRECISION DEL INSTRUMENTO: la precisión angular es de 2" lectura mínima en el Display 1"

Sistema de medición de Distancia ± (2mm+2ppm) .

Certificamos que el Equipo Topográfico mencionado cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales.



PATRON UTILIZADO PARA CALIBRACION DEL COLIMADOR

➤ Estación Total marca TOPCON IS-01, número de serie 9R0057. CERTIFICADO N° C2019

➤ Nivel Leica Sprinter 250M Serie 2210165 1mm/km - Certificado N° C2095

La verificación del alineamiento de los colimadores se realiza diariamente según manual de Instrucción de la fábrica estándar basada en La norma: ISO 9001:2008/FM/ISO14001 y Cumplimos con los Estándar de Fabrica Establecidos en Equipos de Precisión y Topografía, Normas Internacionales Establecidos según (DIN18723).

Puno, 09 de Marzo del 2023.

FECHA DE CALIBRACION	PROXIMA CALIBRACION	PROX. MANTENIMIENTO	CALIBRACION
09/03/2023	09/09/2023	09/09/2023	X
Servicio Técnico	Propietario	Técnico Responsable	
 GRUPO CATACORA S.R.L. REPRESENTANTE		 RESPONSABLE DE LABORATORIO	

DATOS: ESTE EQUIPO ANTES DE SALIR DE ALMACEN HA SIDO CHEQUEADO, Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO, ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACION Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO. A LA FIRMA SE MUESTRA LA CONFORMIDAD.

Jr. Justo Riquelme # 182. Puno Perú Cel. 993412540 Email: serviciotecnicogrupocatacora@gmail.com

Anexo 8. Autorización de salida a campo



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



SALIDA A CAMPO ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLE: Jean Midlen Quispe Cutipa DNI: 76383216
HORA INICIO : 8:00am HORA FINALIZACIÓN: 2:00pm
ENSAYO : IRI
FECHA : 03/08/2023

EQUIPOS

Equipo de Merlin (tipo bicicleta)

MATERIALES



* NOTA: TODO EQUIPO Y HERRAMIENTA SERA RESPONSABILIDAD DEL ENCARGADO EN CASO DE PERDIDA O DAÑO

UNCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
Juan José Amador Caceres Vera
CIP 52784