

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA
AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE
RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE
MERLÍN”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autor:

ASENJO CAJUSOL JEAN PIEER

Asesor:

M en I. Ing. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

Jaén – Perú

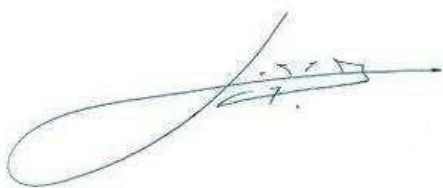
2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

1. **Investigador:** JEAN PIEER ASENJO CAJUSOL
DNI: 72159604
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
2. **Asesor:** M en I. Ing. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR
Facultad: INGENIERÍA
3. **Grado académico o título profesional**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. **Título de Trabajo de Investigación:**
"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA
PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)
UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN"
6. **Fecha de evaluación:** 12 de agosto del 2025
7. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 16 %
9. **Código Documento:** 3117:482115837
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12 de agosto del 2025



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos

DNI: 26678955



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 12/08/2025 09:53:04-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 – LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN.*

ASESOR : *M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0567-2025-PUB SA-FI-UNC, de fecha 01 de setiembre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cuatro días del mes de setiembre de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : M.Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay.
Vocal : M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.
Secretario : Ing. William Próspero Quiroz Gonzales.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 – LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil *JEAN PIEER ASENJO CAJUSOL*, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Filial Jaén, asesorado por el M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *07* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *11* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *18* PTS. *Dieciocho* (En letras)

En consecuencia, se lo declara *APROBADO* con el calificativo de *Dieciocho (18)* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *12:10* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

M.Cs. Ing. Sergio Manuel Huamán Sangay.
Presidente

M.Cs. Ing. María Salomé De la Torre Ramírez.
Vocal

Ing. William Próspero Quiroz Gonzales.
Secretario

M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur.
Asesor

COPYRIGHT © 2024 by
JEAN PIEER ASENJO CAJUSOL
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

A mi señor padre todo poderoso, Dios, por brindarme la fuerza, sabiduría y fe de poder lograr desarrollar mi tesis y permitirme convertirme en un profesional al servicio de la sociedad.

A mis padres,

Por estar apoyándome constantemente durante el desarrollo de mi tesis y ser un ejemplo de profesionalismo que llevare presente en mi nueva etapa profesional.

A mis hermanos,

Por sus consejos de nunca rendirme y ser ejemplo de profesionales con valores y respeto.

DEDICATORIA

Esta ardua elaboración de mi tesis la dedico primeramente a Dios padre todo poderoso por permitirme realizar uno de mis primeros objetivos de vida y carrera profesional que me permitirán crecer y ser mejor día a día en esta nueva etapa de la vida.

A mis padres, Josefa Isabel Cajusol Vasquez y Ausberto Asenjo Calderon,

Por estar siempre conmigo apoyándome y motivándome a ser mejor persona y de permitirme elegir esta grandiosa y prestigiosa carrera profesional de Ingeniería Civil que de ahora en adelante me acompañará en toda mi vida profesional.

A mis abuelitos,

Que desde pequeño me apoyaron y aconsejaron a ser un profesional de bien y al servicio de la sociedad.

A mis hermanos, Donald Ernesto Asenjo Cajusol y Jimmy Jean Marco Asenjo Cajusol,

Que me brindaron su apoyo para poder ejecutar mi tesis y ser inspiración para poder alcanzar este objetivo trazado, puesto que ya son profesionales.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Justificación de la Investigación	2
1.4 Delimitación de la Investigación	2
1.5 Objetivos de la Investigación	3
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2 Objetivos Específicos	3
1.6 Hipótesis de Investigación	3
1.7 Variable de Investigación	3
1.7.1 Variable Dependiente	3
1.7.2 Variable Independiente	3
1.8 Matriz de Operacionalización de Variables y Matriz de Consistencia	3
1.9 Descripción del Contenido de los Capítulos	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7

2.1	Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1	<i>Antecedentes Internacionales</i>	7
2.1.2	<i>Antecedentes Nacionales</i>	7
2.1.3	<i>Antecedentes Locales</i>	8
2.2	Bases Teóricas	9
2.2.3	<i>Transitabilidad</i>	9
2.2.4	<i>Serviciabilidad</i>	9
2.2.5	<i>Clasificación de Carretera</i>	9
2.2.5.1	Autopistas de Primera Clase	10
2.2.5.2	Autopistas de Segunda Clase	10
2.2.5.3	Carretera de Primera Clase	10
2.2.5.4	Carretera de Segunda Clase	11
2.2.5.5	Carretera de Tercera Clase	11
2.2.5.6	Trochas Carrozables	11
2.2.6	<i>Tipos de Pavimentos</i>	12
2.2.6.1	Pavimentos Flexibles	12
2.2.6.2	Pavimentos Semirrígidos	12
2.2.6.3	Pavimentos Rígidos	12
2.2.7	<i>Levantamiento Topográfico</i>	13
2.2.8	<i>Método del Levantamiento Topográfico</i>	13
2.2.8.1	Levantamiento Planimétrico	13
2.2.9	<i>Rugosidad</i>	13
2.2.9.1	Consideraciones sobre la importancia de Cuantificar la Rugosidad	14
2.2.9.2	Técnicas y métodos para medir la rugosidad	14
2.2.10	<i>Índice de Rugosidad Internacional (IRI)</i>	14

2.2.11	<i>Escala y Características del IRI</i>	15
2.2.12	<i>Rugosímetro de Merlín</i>	17
2.2.12.1	<i>Ventajas del Uso del Rugosímetro de Merlín</i>	18
2.2.13	<i>Metodología para Determinar la Rugosidad con el Rugosímetro de Merlín</i>	19
2.2.13.1	<i>Bases Teóricas</i>	19
2.2.14	<i>Cálculo del IRI</i>	21
2.3	<i>Definición de Términos Básicos</i>	22
2.3.1	<i>Rugosidad</i>	22
2.3.2	<i>Índice de Rugosidad Internacional (IRI)</i>	22
2.3.3	<i>Rugosímetro de Merlín</i>	22
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		23
3.1	<i>Ubicación de la Zona de Estudio</i>	23
3.1.1	<i>Ubicación Política</i>	23
3.1.2	<i>Ubicación Geográfica</i>	23
3.2	<i>Metodología</i>	26
3.2.1	<i>Población y Muestra</i>	26
3.2.2	<i>Unidad de Análisis</i>	27
3.2.3	<i>Unidad de Observación</i>	27
3.2.4	<i>Tipo y Método de Investigación</i>	27
3.2.5	<i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	27
3.2.6	<i>Análisis e Interpretación de Datos</i>	27
3.3	<i>Procedimiento</i>	27
3.3.1	<i>Trabajo en Campo</i>	27
3.3.2	<i>Reconocimiento en Campo del Área de Estudio</i>	29
3.3.3	<i>Características de la Vía</i>	29

3.3.3.1 Singularidades de la Vía.....	29
3.3.3.2 Patologías Superficiales en la Vía:.....	33
3.4 Análisis de Datos y Resultados Obtenidos.....	45
3.4.1 <i>Análisis de las Muestras Tomadas</i>	45
3.4.2 <i>Resultados del Análisis de las Muestras Tomadas</i>	47
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
4.1. Resultados	74
4.2. Discusión	75
4.2.1. Contrastación de Hipótesis	76
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. CONCLUSIONES.....	77
5.2. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	80
ANEXO 01: PANEL FOTOGRAFICO.....	81
ANEXO 02: FORMATO DE CONTEO VEHICULAR.	94
ANEXO 03: FORMATO DE ANOTACION DE LECTURAS.	95
ANEXO 04: FORMATO DEL CALCULO DEL IRI.	96
ANEXO 05: PLANOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de Operacionalización de Variables</i>	4
Tabla 2. <i>Matriz de Consistencia</i>	5
Tabla 3. <i>Estado Vial según la Rugosidad</i>	15
Tabla 4. <i>Rugosidad Inicial IRI (m/km). Según Tipo de Carretera con Carpeta Asfáltica en Cliente</i>	17
Tabla 5. <i>Ubicación del Punto de Inicio y Final de la Vía en Estudio</i>	23
Tabla 6. <i>Resumen del Conteo Vehicular</i>	38
Tabla 7. <i>Resumen del Índice Medio Diario Semanal</i>	39
Tabla 8. <i>Resumen del Índice Medio Diario Anual</i>	40
Tabla 9. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín</i>	42
Tabla 10. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 01 (M-01): Tramo KM 0+000 – 0+400</i>	47
Tabla 11. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 02 (M-02): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	49
Tabla 12. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 03 (M-03): Tramo KM 0+000 – 0+400</i>	51
Tabla 13. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 04 (M-04): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	53
Tabla 14. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 05 (M-05): Tramo KM 0+000 – 0+400</i>	55
Tabla 15. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 06 (M-06): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	57
Tabla 16. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 07 (M-07): Tramo KM 0+000 – 0+400</i>	59
Tabla 17. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 08 (M-08): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	61

Tabla 18. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 09 (M-09): Tramo KM 0+000 – 0+400.</i>	63
Tabla 19. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 10 (M-10): Tramo KM 0+400 – 0+810.</i>	65
Tabla 20. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 11 (M-11): Tramo KM 0+000 – 0+400.</i>	67
Tabla 21. <i>Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 12 (M-12): Tramo KM 0+400 – 0+810.</i>	69
Tabla 22. <i>Resultados de la rugosidad en unidades IRI del Carril Derecho.</i>	71
Tabla 23. <i>Resumen de la rugosidad en unidades IRI del Carril Derecho</i>	71
Tabla 24. <i>Resultados de la rugosidad en unidades IRI del Carril Izquierdo Derecho.</i>	72
Tabla 25. <i>Resumen de la Rugosidad en Unidades IRI del Carril Izquierdo</i>	72
Tabla 26. <i>Resumen Comparativo de la Rugosidad en Unidades IRI de ambos Carriles.</i>	74
Tabla 27. <i>Resumen de la Rugosidad en Unidades IRI de la Avenida Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10.</i>	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Escala de Rugosidad (m/km)</i>	16
Figura 2. <i>Representación Gráfica del Rugosímetro de Merlín</i>	18
Figura 3. <i>Representación Gráfica de los Detalles del Rugosímetro de Merlín</i>	19
Figura 4. <i>Representación Gráfica de la Medición de Desviaciones de la Superficie del Pavimento respecto de la Cuerda Promedio</i>	20
Figura 5. <i>Representación Gráfica del Histograma</i>	21
Figura 6. <i>Ubicación del Departamento de Cajamarca en el Mapa del Perú</i>	23
Figura 7. <i>Ubicación de la Provincia de Jaén en el Mapa de Cajamarca</i>	25
Figura 8. <i>Ubicación de la Provincia de Jaén en el Mapa de Cajamarca</i>	25
Figura 9. <i>Ubicación de la Avenida Pakamuros Cdra. 01 a la Cdra. 10, Km 0+000 – Km 0+810</i>	25
Figura 10. <i>Sección Típica de la Cuadra 02</i>	37
Figura 11. <i>Histograma de las lecturas para medición del IRI</i>	43
Figura 12. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 01 (M-01): Tramo KM 0+000 – 0+400</i>	48
Figura 13. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 02 (M-02): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	50
Figura 14. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 03 (M-03): Tramo 0+000 – 0+400</i>	52
Figura 15. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 04 (M-04): Tramo 0+400 – 0+810</i>	54
Figura 16. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 05 (M-05): Tramo 0+000 – 0+400</i>	56
Figura 17. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 06 (M-06): Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	58

Figura 18. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 07 (M-07):</i> <i>Tramo KM 0+000 – 0+400.</i>	60
Figura 19. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 08 (M-08):</i> <i>Tramo KM 0+400 – 0+810.</i>	62
Figura 20. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 09 (M-09):</i> <i>Tramo KM 0+000 – 0+400.</i>	64
Figura 21. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 09 (M-09):</i> <i>Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	66
Figura 22. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 11 (M-11):</i> <i>Tramo KM 0+000 – 0+400.</i>	68
Figura 23. <i>Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 12 (M-12):</i> <i>Tramo KM 0+400 – 0+810</i>	70

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. <i>Presencia de Gibas en la Vía en Estudio.....</i>	30
Fotografía 2. <i>Presencia de Tapas de Alcantarilla en la Vía en Estudio.....</i>	31
Fotografía 3. <i>Carril Derecho de Asfalto de Vía en Estudio.....</i>	32
Fotografía 4. <i>Carril Izquierdo de Concreto de Vía en Estudio.....</i>	33
Fotografía 5. <i>Ahuellamiento en pavimento flexible que se extiende todo el carril derecho</i>	34
Fotografía 6. <i>Exceso de Mezcla Asfáltica</i>	35
Fotografía 7. <i>Desprendimiento de Agregados.</i>	36
Fotografía 8. <i>Tesis efectuado el Levantamiento Topográfico de la Av. Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10</i>	81
Fotografía 9. <i>Rugosímetro de Merlín utilizado en los ensayos</i>	82
Fotografía 10. <i>Posicionamiento del instrumento de Rugosímetro de Merlín para inicio de ensayo.....</i>	82
Fotografía 11. <i>Lectura y toma de datos del tramo de Inicio: KM 0+000, M – 01 (IDA), Carril Derecho.</i>	83
Fotografía 12. <i>Lectura y toma de datos del tramo de Fin: KM 0+400, M – 01 (IDA), Carril Derecho</i>	83
Fotografía 13. <i>Lectura y toma de datos del tramo de Inicio: KM 0+000, M – 02 (IDA), Carril Derecho</i>	84
Fotografía 14. <i>Lectura y toma de datos del tramo de Fin: KM 0+810, M – 02 (IDA), Carril Derecho.</i>	84
Fotografía 15. <i>Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 03 (REGRESO), Carril Derecho.....</i>	85
Fotografía 16. <i>Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 04 (REGRESO), Carril Derecho.....</i>	85
Fotografía 17. <i>Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 04 (REGRESO), Carril Derecho.....</i>	86

Fotografía 18. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 05 (IDA), Carril Derecho.	86
Fotografía 19. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 06 (IDA), Carril Derecho.	87
Fotografía 20. Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 06 (IDA), Carril Derecho.	87
Fotografía 21. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 07 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	88
Fotografía 22. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 08 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	88
Fotografía 23. Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 08 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	89
Fotografía 24. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 09 (IDA), Carril Izquierdo.....	89
Fotografía 25. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 10 (IDA), Carril Izquierdo.....	90
Fotografía 26. Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 10 (IDA), Carril Izquierdo.....	90
Fotografía 27. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 11 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	91
Fotografía 28. Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 12 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	91
Fotografía 29. Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 12 (REGRESO), Carril Izquierdo.....	92
Fotografía 30. Tesista usando el Rugosímetro de Merlín con el uso de sus EPP's.	92
Fotografía 31. Equipo de trabajo (tesista y un ayudante).....	93

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Presencia de tapa de buzón de desagüe</i>	21
Ecuación 2. <i>Presencia de tapa de buzón de desagüe</i>	21
Ecuación 3. <i>Índice Medio Diario Total (IMD_{TOTAL})</i>	37
Ecuación 4. <i>Índice Medio Diario Semanal (IMDs)</i>	37
Ecuación 5. <i>Índice Medio Diario Anual (IMDA)</i>	37
Ecuación 6. <i>Factor de Corrección (Fc)</i>	44

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación lleva por título “Evaluación de la condición superficial del pavimento en la avenida Pakamuros cdra. 01 - la cdra. 10 con el índice de rugosidad internacional (IRI) utilizando el rugosímetro de Merlín”, dicha avenida presenta ahuellamientos, exceso de mezcla asfáltica, desprendimiento de agregados y que además, en el año 2022, se realizó la inspección de la entidad fiscalizadora de proyectos que es la Contraloría General de la República, que inspecciono el proyecto de pavimentación del año 2021 de la avenida Pakamuros encontraron fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras en esquina y despostillamientos en los paños. Debido a estas patologías actuales y determinadas por la Contraloría, se tuvo por objetivo evaluar la condición superficial del pavimento en la avenida Pakamuros cdra. 01 - la cdra. 10 con el índice de rugosidad internacional (IRI) utilizando el Rugosímetro de Merlín. Se dio inicio al estudio con la recopilación de información para determinar las horas adecuadas a realizar los ensayos, posteriormente se realizó un levantamiento topográfico del terreno, obteniendo su topografía de la avenida, sus secciones de las calles y su perfil de la vía. Además, se realizó un estudio del tráfico vehicular. Por último, se procedió a la toma de muestras con el Rugosímetro de Merlín, partiendo desde la Cuadra 01 hasta la Cuadra 10. Se obtuvo un total de 12 muestras evaluadas, 6 de las cuales son del carril derecho y las otras 6 del carril izquierdo de la avenida en estudio. Los resultados revelaron que la rugosidad promedio en unidades IRI del carril derecho es 2.54 m/km y del carril izquierdo es 4.22 m/km, significando que el carril derecho se encuentra en un estado “BUENO” y en carril izquierdo en un estado “MALO”, por lo tanto, se obtuvo que el estado actual de pavimento de la avenida Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10 es “REGULAR”

Palabras Claves: Rugosidad, toma de muestras, IRI y Rugosímetro de Merlín.

ABSTRACT

In the present research work entitled "Evaluation of the surface condition of the pavement on Pakamuros Avenue, block 01 - block 10 with the international roughness index (IRI) using the Merlín roughness meter", said avenue presents ruts, excess asphalt mix, detachment of aggregates and in addition, in 2022, the inspection of the project supervisory entity, the Comptroller General of the Republic, was carried out, which inspected the 2021 paving project of Pakamuros Avenue, found longitudinal cracks, transverse cracks, corner cracks and chipping in the panels. Due to these current pathologies and determined by the Comptroller's Office, the objective was to evaluate the surface condition of the pavement on Pakamuros Avenue, block 01 - block 10 with the international roughness index (IRI) using the Merlín Roughness Meter. The study began with the collection of information to determine the appropriate times to conduct the tests. Subsequently, a topographic survey of the land was conducted, obtaining its topography of the avenue, its street sections, and its road profile. In addition, a vehicular traffic study was conducted. Finally, samples were taken with the Merlín Roughness Tester, starting from Block 1 to Block 10. A total of 12 samples were evaluated, 6 of which are from the right lane and the other 6 from the left lane of the avenue under study. The results revealed that the average roughness in IRI units of the right lane is 2.54 m/km and that of the left lane is 4.22 m/km, meaning that the right lane is in a "GOOD" condition and the left lane in a "BAD" condition. Therefore, the current condition of the pavement of Pakamuros Avenue from Block 1 to Block 10 is "REGULAR".

Keywords: *Roughness, sampling, IRI and Merlin Roughness Tester.*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo principal determinar en qué condición se encuentra superficialmente el pavimento de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 con el uso del Rugosímetro de Merlín de la Provincia de Jaén, puesto que por la presencia de ahuellamientos, exceso de mezcla asfáltica, desprendimiento de agregados y que además, al año siguiente de haberse ejecutado un proyecto de pavimentación, en el año 2021, se encontraron falencias en el pavimento como fisuras longitudinales, despostillamientos en los paños, fisuras transversales y fisuras en esquina. Este problema me indujo a preguntarme, ¿Cuál es la rugosidad superficial en unidades IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 con el uso del Rugosímetro de Merlín?; posiblemente presente una condición “Mala”.

El método IRI conocido como Índice de Rugosidad Internacional, es uno de los parámetros más confiables y utilizados en el Perú con respecto a la evaluación del estado en que se encuentran las obras viales ya ejecutadas, en materia de comodidad y confort del usuario. Además, este parámetro es cuantificable permitiendo determinar el estado en que se encuentra la vía, con apoyo del Manual de Carreteras del Perú, cuyos valores establecen desde un estado “Bueno” hasta “Muy malo”.

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, es poco conocida por los usuarios la gran importancia de ejecutar caminos, carreteras o vías de acceso adecuadas, con una estructura idónea y que además cumplan con su vida útil para el beneficio del desarrollo de la sociedad, pero a ello surgen las diferentes problemáticas como ahuellamientos, exceso de mezcla asfáltica, desprendimiento de agregados que impiden que las infraestructuras viales estén muy bien ejecutadas; además, en el año 2021 se realizó el proyecto de “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR, PEATONAL Y ORNATO PUBLICO DE LA AV PAKAMUROS ENTRE LAS CA. MARIANO MELGAR Y MARIETA, Y LA CUADRA 04 DE LA CALLE 02 DE MAYO, DISTRITO DE JAEN – PROVINCIA DE JAEN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”, que posterior a su ejecución surgieron problemáticas en el pavimento como la desintegración de la superficie del pavimento, fisuras

longitudinales, fisuras transversales, fisuras en esquina y despostillamientos en los paños, generando incertidumbre en la población referente a que si se hizo o no una integra obra vial.

Por estas razones, surge la necesidad de evaluar las condiciones superficiales de las vías ya ejecutadas para evitar uno de los principales problemas que se suscita en infraestructuras viales, siendo estos los accidentes de tránsito, los cuales pueden llegar a tal punto de tener pérdidas humanas.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es la rugosidad superficial en unidades IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 con el uso del Rugosímetro de Merlín?

1.3 Justificación de la Investigación

La presente investigación tiene por finalidad determinar el estado actual en que se encuentra el pavimento de la vía Pakamuros, de la cuadra 01 a la cuadra 10, el cual ha presentado falencias en la estructura del pavimento, como ahuellamientos, exceso de mezcla asfáltica, desprendimiento de agregados, generando incomodidad en los usuarios. Afectando principalmente el transporte urbano y por consiguiente a la economía local, siendo este un obstáculo para el desarrollo económico de la región.

Esta evaluación se efectuó con el uso del Rugosímetro de Merlín, siendo este instrumento de medición de la rugosidad el más usado en el ámbito del análisis de los pavimentos en el territorio peruano. Beneficiando a la sociedad en contar con vías en Buen estado a nivel de superficie de rodadura permitiendo tener comodidad del usuario al momento de conducir.

1.4 Delimitación de la Investigación

En esta investigación se evaluará las 10 primeras cuadras de la Avenida Pakamuros, de la provincia de Jaén, departamento Cajamarca, el cual permite determinar el estado actual en que se encuentra la vía en estudio aplicando el Método IRI con el uso del Rugosímetro de Merlín.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la condición superficial del pavimento en la avenida Pakamuros cdra. 01 - la cdra. 10 con el índice de rugosidad internacional (IRI) utilizando el Rugosímetro de Merlín.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar y determinar el aforo vehicular de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10.
- Determinar, en unidades IRI, la rugosidad de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10.
- Determinar la rugosidad superficial de ambos carriles de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10.

1.6 Hipótesis de Investigación

La rugosidad superficial según el Método IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 es malo.

1.7 Variable de Investigación

1.7.1 Variable Dependiente

Condición Superficial del Pavimento.

1.7.2 Variable Independiente

Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

1.8 Matriz de Operacionalización de Variables y Matriz de Consistencia

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables.

HIPOTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTO DE MEDICIÓN
La rugosidad superficial según el Método IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 es malo.	La condición superficial del pavimento nos da a conocer que “Las condiciones superficiales está constituida de una carpeta de rodadura, esta se flexiona de acuerdo a las cargas que se presentan” (Montejo Fonseca, 2002). El Índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino (Instituto Mexicano del Transporte, 1998, p. 9).	Variable Dependiente: Condición Superficial del Pavimento. Variable Independiente: Índice de Rugosidad Internacional (IRI).	Fallas de la Vía	Serviciabilidad	Observar
			0 - 2.8: Bueno		
			2.8 - 4.0: Regular		
			4 - 5: Malo	Unidades IRI	Rugosímetro de Merlín
			> 5: Muy Malo		

Tabla 2

Matriz de Consistencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
¿Cuál es la rugosidad superficial en unidades IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 con el uso del Rugosímetro de Merlín?	OBJETIVO GENERAL:							POBLACIÓN:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Evaluar la condición superficial del pavimento en la avenida Pakamuros cdra. 01 - la cdra. 10 con el índice de rugosidad internacional (IRI) utilizando el Rugosímetro de Merlín	El resultado del análisis de la rugosidad superficial según el Método IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 es malo.	Variable Dependiente:	Fallas de la Vía	Serviciabilidad	Observar	Aplicada	Estuvo conformada por el pavimento las 10 primeras cuadras de la Avenida Pakamuros, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			Condición Superficial.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	Realizar y determinar el aforo vehicular de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10. Determinar, en unidades IRI, la rugosidad de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10. Determinar la rugosidad superficial de ambos carriles de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10.			Variables Independiente:				Unidades IRI	Rugosímetro de Merlín	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:	Comparativo	MUESTRA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			Índice de Rugosidad Internacional (IRI).																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

1.9 Descripción del Contenido de los Capítulos

Capítulo I: Introducción. En este capítulo contempla la problemática de la investigación, la formulación del problema, justificación de la investigación, delimitaciones de la investigación, objetivos de la investigación, la hipótesis, variables de investigación, matriz de operacionalización de variables y la matriz de consistencia.

Capítulo II: Marco Teórico. En este capítulo se describe los antecedentes internacionales, nacionales y locales que sirven de guía en cuanto a sus procedimientos relacionados al tema de esta investigación; además, de las bases teóricas y la definición de términos básicos.

Capítulo III: Materiales y Métodos. En este capítulo se encuentra el lugar donde se realizó esta investigación, la metodología utilizada, el procedimiento, el análisis de datos y resultados obtenidos de la evaluación superficial del pavimento en estudio.

Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados. En este capítulo se contempla los resultados obtenidos de los ensayos realizados con el rugosímetro de merlín y la discusión.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones. En este último capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones; además, se presenta las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En el informe presentado por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional sobre: *“Informe de Evaluación Nacional Pavimentada de Costa Rica”* (2021), tiene por objetivo conocer, evaluar y calificar la condición técnica de su red vial nacional y determinar su cambio respecto del año anterior; se aplicó el Método IRI y otros métodos (FWD y GRIP) permitieran determinar que el 62.8% de la red vial estudiada estuvo en estado Regular, el 25.1% estuvo en esta Bajo y el 12.1% estuvo en estado Malo.

Román Reyes (2020), en su tesis: *“Metodología para el Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su Aplicación en Pavimentos Flexibles de Guatemala”*, se centró en proponer una metodología para el cálculo del IRI en los pavimentos flexibles de Guatemala; cuyo objetivo fue proponer una metodología para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), la metodología aplicada fue la del Método IRI con el uso de Perfilómetro Inercial (RSP); se registró un rango promedio de 1.41 – 2.73 m/km determinando que la carpeta asfáltica es Buena.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Chahuares Paucar (2023), en su tesis: *“Evaluación de pavimentos flexibles con el método PCI, VIZIR e IRI en la avenida Unión, distrito de Chaclacayo, ciudad de Lima”*, el problema principal fue determinar el nivel de servicio adecuado del área de estudio; cuyo objetivo fue medir con exactitud las condiciones del pavimento de la vía aplicando los tres métodos (PCI, VIZIR e IRI); se aplicó 03 metodologías distintas que fueron el PCI, VIZIR e IRI, obteniendo como resultados que con la aplicación del PCI de 83 (estado Bueno) e IRI se obtuvo un valor medio para el lado izquierdo de 4.76 del área externa, 3.12 para la interna, para el lado derecho 4.68 para el externo y 3.13 para el interno, y para el método VIZIR 5 tramos un valor de “3” y 8 tramos el mínimo valor de “1”.

Flores Jara y Pilco Galindo (2021), en su tesis: *“Análisis Funcional del Pavimento Flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular, utilizando el Rugosímetro de Merlín en la Av. Gustavo Pinto, Tacna - 2020”*, tuvo como problema general analizar el estado del pavimento flexible con el uso del Rugosímetro de Merlín, cuyo objetivo fue determinar el análisis funcional del pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular haciendo uso del Rugosímetro de Merlín. El tramo evaluado tuvo una longitud aproximada de 3 200.00 metros y un ancho de calzada variable de 6.60 a 7.20 metros, obteniendo la rugosidad en el carril derecho IRI igual a 4.38 m/km con una calificación estado de pavimento REGULAR y en el carril izquierdo igual a 5.71 m/km con una calificación del estado de pavimento MALO, por lo que utilizando el ponderado de los resultados se obtiene un IRI igual a 5.05 m/km con lo que calificamos toda la avenida Gustavo Pinto, estado del pavimento “MALO”, permitiendo llegar a concluir que la transitabilidad es “MALA” para de esta manera incentivar a las autoridades a las mejoras pertinentes en beneficio de los usuarios.

Tingal Limay (2021), en su tesis: *“Análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la Superficie del Pavimento Flexible de la Vía Cajamarca – Baños del Inca, utilizando el Rugosímetro de Merlín”*, tuvo como problema el determinar el estado en que se encontraba el pavimento flexible de la vía en estudio, cuyo objetivo fue el analizar la rugosidad superficial mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) del pavimento flexible, aplicó la metodología IRI con el uso del Rugosímetro de Merlín, los resultados que se obtuvieron fueron que en la calzada 1 (IDA) tuvo un promedio de 1.07 m/km y en la calzada 2 (VUELTA) tuvo un promedio de 1.10 m/km.

2.1.3 Antecedentes Locales

Guerrero Maticorena (2023), en su tesis: *“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) DE LA CARRETERA SHANANGO - BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA”*, tuvo como problema el determinar la condición del pavimento flexible mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) empleando el Rugosímetro de Merlín, cuyo objetivo fue el realizar la evaluación de la condición del pavimento flexible mediante el Índice de Rugosidad Internacional de la Carretera Shanango empleando

el Rugosímetro de Merlín; aplicó la metodología del IRI usando el Rugosímetro de Merlín en 19 muestras evaluadas, obtuvo un IRI máximo de 1.87 m/km y un mínimo de 1.49 m/km, cuyo promedio fue de 1.77 m/km en estado Bueno.

2.2 Bases Teóricas

2.2.3 *Transitabilidad*

El término de "transitabilidad" en el Perú define una situación de "disponibilidad de uso". Muestra que una carretera específica está disponible para su uso, o sea, que no fue cerrada al tránsito público por razones de "emergencias viales" que la hubieran cortado en cualquier o en ciertos sitios del recorrido, como resultado de deterioros más grandes provocados por fuerzas de la naturaleza, como por ejemplo deslizamientos de materiales saturados de agua ("huaicos"), desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc. (Pomasonco de la Cadena, 2010).

2.2.4 *Serviciabilidad*

La serviciabilidad es la percepción que poseen los usuarios del grado de servicio del pavimento. La medición de la calidad de un pavimento muestra una complejidad conceptual ya que es dependiente de la evaluación que se haga, si lo que interesa es la situación estructural, o bien la condición servible de su superficie. Aun cuando este se tenga resuelto, si no se usan herramientas o metodologías estandarizadas de evaluación, los resultados no van a ser equiparables con las mediciones elaboradas (Pomasonco de la Cadena, 2010).

2.2.5 *Clasificación de Carretera*

El MTC en el DG-2018 clasifica las carreteras del Perú en función a la demanda:

- 2.2.5.1 Autopistas de Primera Clase.** Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. Además, la superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- 2.2.5.2 Autopistas de Segunda Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. Además, la superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- 2.2.5.3 Carretera de Primera Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. Además, la superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- 2.2.5.4 Carretera de Segunda Clase.** Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. Además, la superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- 2.2.5.5 Carretera de Tercera Clase.** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.
- 2.2.5.6 Trochas Carrozables.** Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. Además, la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

2.2.6 Tipos de Pavimentos

- 2.2.6.1 Pavimentos Flexibles.** El pavimento flexible está constituido por carpeta asfáltica, base y subbase, las cuales se construyen sobre la capa subrasante. Una carpeta constituida por una mezcla asfáltica proporciona la superficie de rodamiento; que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales. Estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa (Miranda Rebolledo, 2010).
- 2.2.6.2 Pavimentos Semirrígidos.** Un pavimento semirrígido es el que se combinan el pavimento flexible y pavimento rígido, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima, presenta superficie de rodadura, base, sub base y sub rasante. Este tipo de pavimento es una alternativa de infraestructura de vial puesto que se podría utilizar en carreteras en donde se espera un tráfico pesado y de mayor durabilidad en comparación con los pavimentos flexibles, pero sin la necesidad de una estructura extremadamente rígida como la que se requiere para los pavimentos rígidos.
- 2.2.6.3 Pavimentos Rígidos.** El pavimento rígido está constituido por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante. La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas (Miranda Rebolledo, 2010).

2.2.7 Levantamiento Topográfico

El levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera. (El Levantamiento Topográfico: uso del GPS y Estación Total, 2009, p. 30).

2.2.8 Método del Levantamiento Topográfico

2.2.8.1 Levantamiento Planimétrico. Este método tiene por objetivo determinar las tres coordenadas de puntos en el espacio, X Y Z, en forma simultánea. Integra los métodos planimétricos y altimétricos. El resultado final es un plano acotado o plano topográfico. Siendo la Estación Total uno de los instrumentos más utilizados en este método de levantamiento topográfico. Las alturas se representan mediante las curvas de nivel. El método de levantamiento planialtimétrico expeditivo se denomina taquimetría. Constituyen el conjunto de operaciones que permiten obtener las coordenadas de puntos característicos del terreno para la representación del relieve a escala y con la precisión adecuada (Métodos de Levantamiento Topográfico Pothénot, Hanse, Poligonación, 2004, p. 2).

2.2.9 Rugosidad

Según ASTM E867-06 (2012), define la rugosidad como la “Desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje, por ejemplo, el perfil longitudinal, perfil transversal”.

La rugosidad es uno de los principales parámetros de daño vial, puesto que depende directamente la calidad de la rodadura, la serviciabilidad, la transitabilidad y el confort de los usuarios, así como también los costos de operación y/o mantenimiento de la superficie de rodadura, es por ello que este proyecto busca obtener dicho parámetro con el fin de determinar en qué condiciones está el área de

estudio. Existen muchos instrumentos de ayuda en la medición de la rugosidad, siendo uno de ellos y el más confiable, a nivel nacional e internacional, el Rugosímetro de Merlín, el mismo que será utilizado en esta presente investigación.

2.2.9.1 Consideraciones sobre la importancia de Cuantificar la Rugosidad

- En ocasiones es adecuado tener rugosidad “alta” y en otras ocasiones es indeseable.
- En las superficies de rodadura presente una rugosidad mínima puesto que le da una mejor apariencia y disminuye la fricción de la superficie al estar en contacto con otra.
- En superficies de rugosidades mínimas también se evita el desgaste entre las superficies en contacto, así como también evita la erosión de los mismos.

2.2.9.2 Técnicas y métodos para medir la rugosidad. Uno de los métodos más usados en la industria para cuantificar la rugosidad sustenta en el registro de perfiles de alturas mediante un perfilómetro o rugosímetro, es donde surge uno de los métodos más confiables y usados a nivel nacional e internacional por su uso no muy complejo y de bajo costo que viene siendo el Método IRI con el uso de Rugosímetro de Merlín.

2.2.10 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El IRI es un estándar de medida de rugosidad superficial de las carreteras, el cual permite evaluar con cualquier equipo de medición de la rugosidad de un pavimento e indicar en valores propios del IRI, permitiendo referirse a una sola escala de medición que puede identificar en qué condiciones superficiales se encuentra una superficie de pavimento y detectar anomalías en algunos de sus tramos. El Índice Internacional de Rugosidad permite especificar rangos o niveles de tolerancia para la aceptación de tramos nuevos de autopistas y carreteras, sirviendo como un parámetro de control de calidad superficial. Para carreteras ya en servicio, el Índice

Internacional de Rugosidad es una herramienta para monitorear el comportamiento del camino a través del tiempo y permite fijar umbrales de alerta para proceder a un estudio de los daños o para realizar las labores de mantenimiento de acuerdo a la importancia del camino (Tingal Limay, 2021).

2.2.11 Escala y Características del IRI

Según el MTC, en la sección de Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, clasifica el “estado” en que se encuentra el pavimento en base al valor de la Rugosidad, proporcionándonos la siguiente tabla:

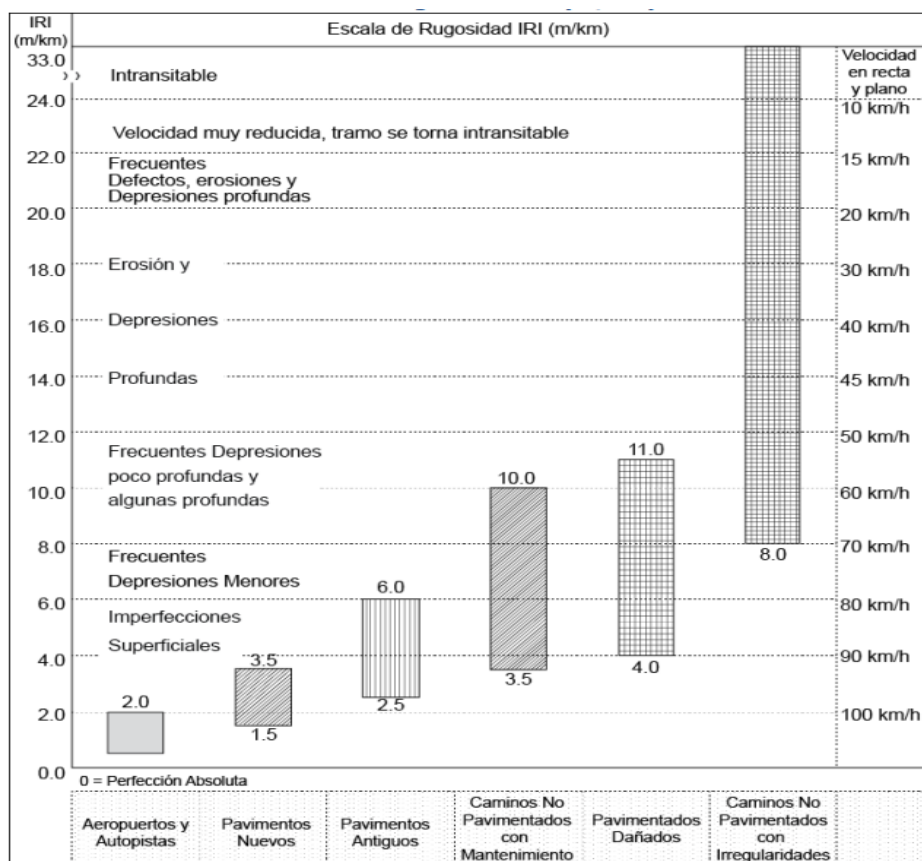
Tabla 3

Estado Vial según la Rugosidad.

ESTADO	PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS
	Rugosidad	Rugosidad
BUENO	$0 < \text{IRI} \leq 2.8$	$\text{IRI} \leq 6$
REGULAR	$2.8 < \text{IRI} \leq 4.0$	$6 < \text{IRI} \leq 8$
MALO	$4.0 < \text{IRI} \leq 5.0$	$8 < \text{IRI} \leq 10$
MUY MALO	$5 < \text{IRI}$	$10 \leq \text{IRI}$

Nota: MTC. Provías Nacional. Gerencia de Planificación y Presupuesto. Elaboración de Diagnóstico de la Unidad de Gestión de Carreteras e Implementación del Sistema de Gestión de Carreteras de Provías Nacional. Lima, noviembre de 2005.

El Manual en la Sección de Suelos y Pavimentos del MTC, nos proporciona un gráfico donde muestra escalas de rugosidad para los distintos tipos de pavimentos y sus condiciones, la cual es la siguiente:

Figura 1*Escala de Rugosidad (m/km)**Nota: MTC – Sección Suelos y Pavimentos, 2014*

Además, el MTC también nos proporciona valores óptimos recomendados de rugosidad para los pavimentos, ya sean nuevos, reforzados y/o durante el periodo de servicio en base a los tipos de carreteras:

Tabla 4

Rugosidad Inicial IRI (m/km). Según Tipo de Carretera con Carpeta Asfáltica en Cliente.

TIPO DE CARRETERA	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA INICIAL	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA INICIAL	RUGOSIDAD CARACTERÍSTICA DURANTE	OBSERVACIÓN
	Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Periodo de Servicio IRI (m/km)	
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%.
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%.
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%.
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 85%.

Nota: MTC – Sección Suelos y Pavimentos, 2014.

2.2.12 Rugosímetro de Merlín

Es uno de los instrumentos de medición, de la rugosidad, más confiable y usado en el territorio peruano para análisis de carreteras nuevas y existentes, la cual mide el desplazamiento vertical de la huella de los carriles que presenta el tipo de carretera en estudio.

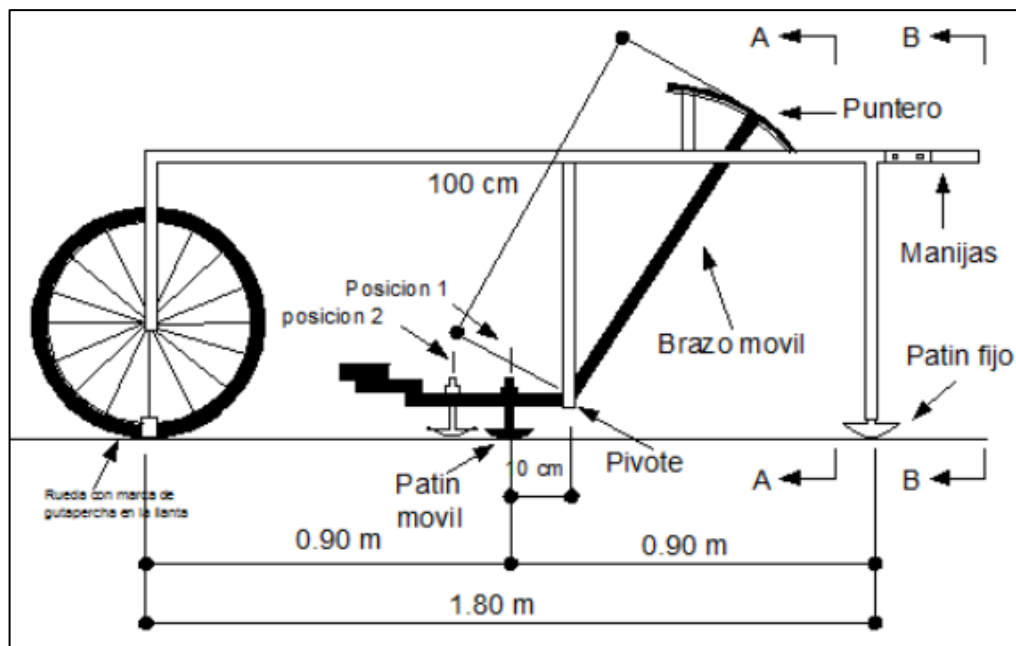
Este instrumento de medición permite obtener valores de la rugosidad y determinar el estado de la zona en estudio, que puede ser: bueno, regular, malo y muy malo.

2.2.12.1 Ventajas del Uso del Rugosímetro de Merlín

- ✓ De fácil manipulación.
- ✓ De fácil construcción.
- ✓ Baja complejidad en la ejecución de su procedimiento para la toma de datos.
- ✓ De fácil calibración.
- ✓ Instrumento no muy robusto, puesto que es fácil de trasladar y no requiere un espacio amplio para su reposo.

Figura 2

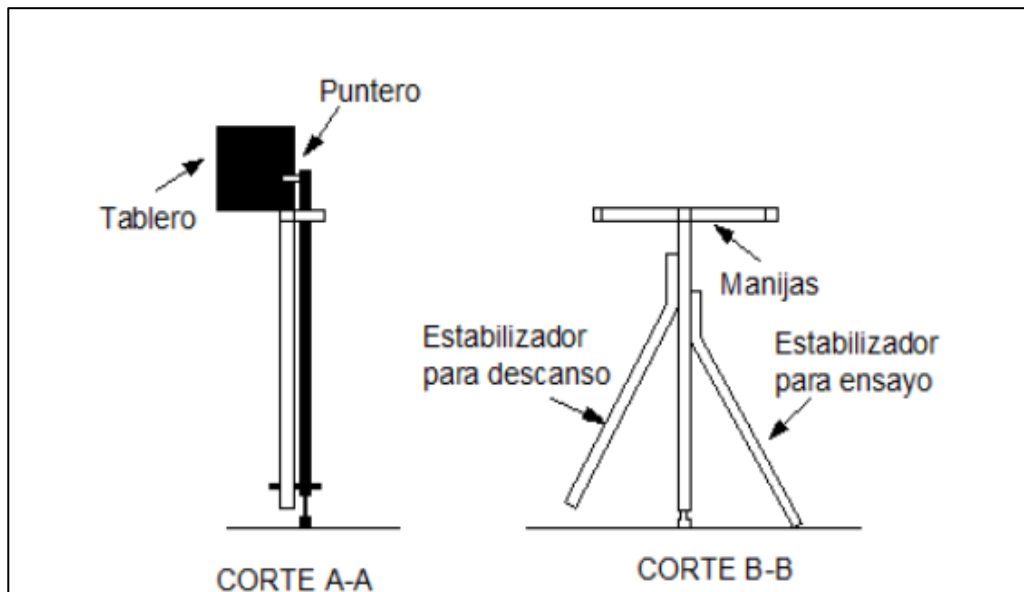
Representación Gráfica del Rugosímetro de Merlín.



Nota: Del Aguila Rodriguez, 1999.

Figura 3

Representación Gráfica de los Detalles del Rugosímetro de Merlín.



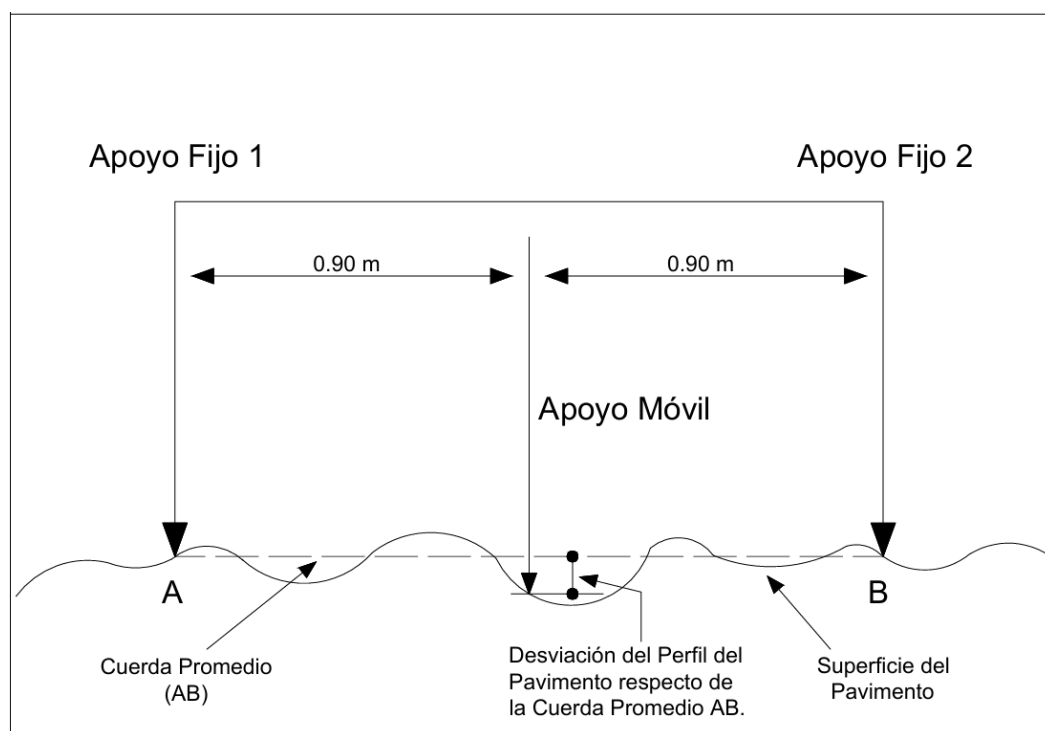
Nota: Del Aguila Rodriguez, 1999.

2.2.13 Metodología para Determinar la Rugosidad con el Rugosímetro de Merlín

2.2.13.1 Bases Teóricas. La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio de 1.80m. La Figura N° 2; se muestra cómo el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. El desplazamiento es conocido como "la desviación respecto a la cuerda promedio" (Del Águila Rodriguez, 1999).

Figura 4

Representación Gráfica de la Medición de Desviaciones de la Superficie del Pavimento respecto de la Cuerda Promedio.

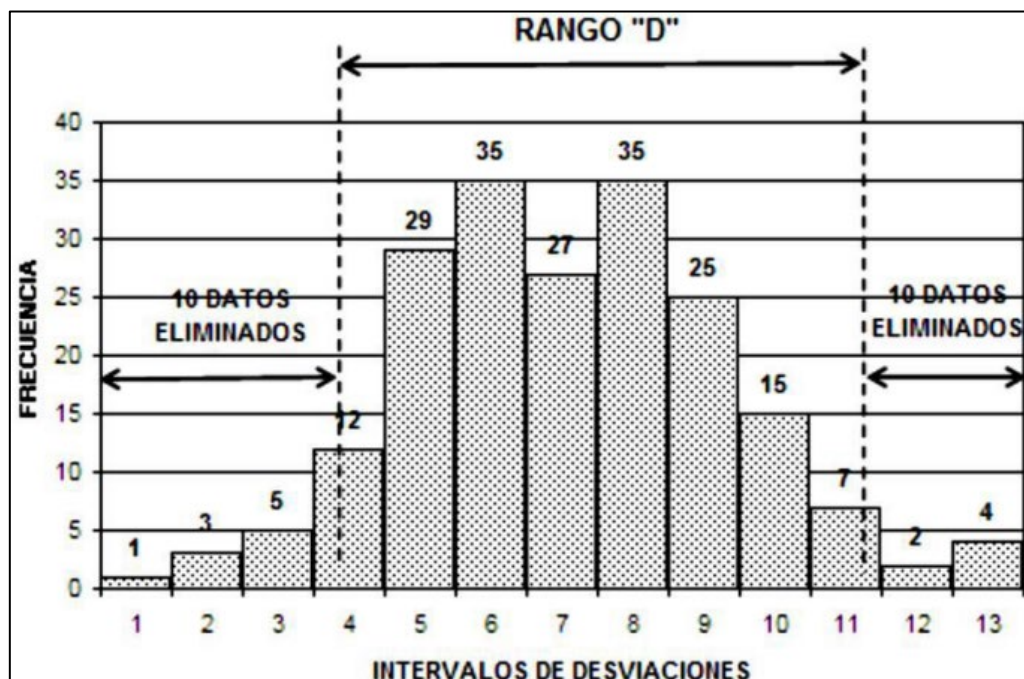


Nota: Del Aguila Rodriguez, 1999

Se define también que en base a la cuerda promedio es necesario realizar 200 mediciones de desviaciones con respecto a la misma y que a través de un histograma de distribuciones de frecuencias se representaría las 200 mediciones realizadas; de los datos efectuados se procede a depurar el 10% de las muestras (10 datos en cada lado del histograma), en donde el intervalo restante se le conoce como Rango de Muestra (D), el cual es el parámetro que establece la magnitud de la dispersión.

Figura 5

Representación Gráfica del Histograma.



Nota: Del Aguila Rodriguez, 1999.

2.2.14 Cálculo del IRI

Del Aguila Rodriguez, 1999. Propone expresiones en base a las interpretaciones que le otorga al uso del Rugosímetro de Merlín, las cuales son las siguientes:

✓ Si: $2.4 < IRI < 15.9$ ó $D > 50\text{mm}$

$$\therefore IRI = 0.593 + 0.0471(D) \dots\dots\dots \text{Ecuación 01}$$

✓ Si: $IRI < 2.4$ ó $D < 50\text{mm}$

$$\therefore IRI = 0.0485(D) \dots\dots\dots \text{Ecuación 02}$$

Nota:

- La Ecuación 01 se utiliza también para la evaluación de pavimentos en servicio.

- La Ecuación 02 se utiliza también para la evaluación de pavimentos nuevos.

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Rugosidad

La rugosidad se define como la “Desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje, por ejemplo, el perfil longitudinal, perfil transversal” (ASTM E867-06, 2012).

2.3.2 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El IRI es un indicador estadístico de la irregularidad superficial del pavimento; representa la diferencia entre el perfil longitudinal teórico (recta o parábola continua perfecta, $IRI = 0$) y el perfil longitudinal real existente en el instante de la medida. Las diferencias entre los perfiles (irregularidades) obedecen principalmente al proceso constructivo y a la utilización de la carretera” (Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados, 2006, p. 19).

2.3.3 Rugosímetro de Merlín

El Rugosímetro de Merlín conocido también como el Perfilómetro Estático Merlín, basa su funcionamiento en determinar la desviación del terreno frente a una cuerda definida entre 2 puntos ubicados antes y después del punto de medición. Para ello, el MERLIN utiliza un patín en contacto con el piso en el punto de medición, tal como se muestra en el cual permite encontrar la desviación del terreno respecto a la cuerda, definida por los puntos de apoyo del soporte posterior y la rueda anterior” (Instrumento Electrónico para la estimación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) con base en el Perfilómetro Estático Merlín, 2012).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la Zona de Estudio

3.1.1 Ubicación Política

La presente investigación se realizó en la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 de la Provincia de Jaén.

País : Perú

Región : Cajamarca

Departamento : Cajamarca

Provincia : Jaén

Distrito : Jaén

3.1.2 Ubicación Geográfica

Las coordenadas del área de estudio corresponden al sistema de referencia WGS84 y Zona 17 M, a continuación, se establece las coordenadas UTM:

Tabla 5

Ubicación del Punto de Inicio y Final de la Vía en Estudio.

Punto	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		Zona	Elevación (msnm)
	Longitud	Latitud	Este (m)	Norte (m)		
INICIO: Km 0+000	78° 48' 16.10" O	5° 42' 51.68" S	743160.78	9367907.24	17 M	724.75
FIN: Km 0+810	78° 48' 10.87" O	5° 42' 26.99" S	743324.28	9368665.60	17 M	715.30

Figura 6

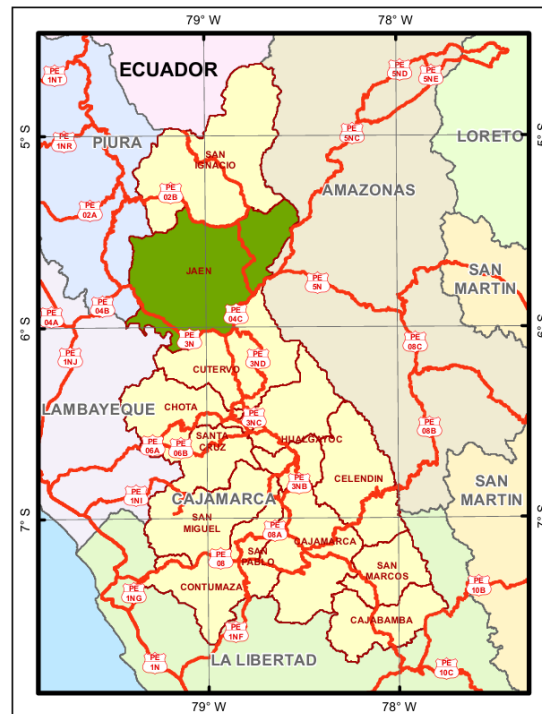
Ubicación del Departamento de Cajamarca en el Mapa del Perú.



Nota: Mapa Vial Departamental, MTC.

Figura 7

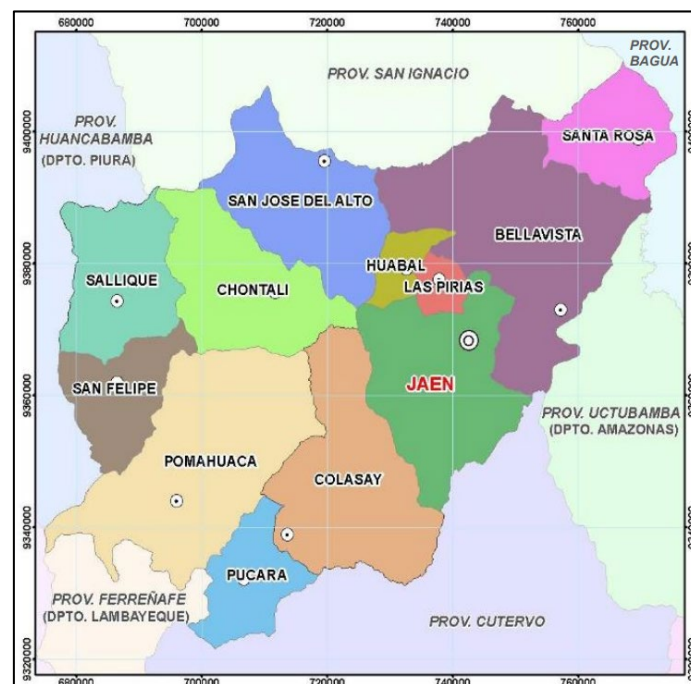
Ubicación de la Provincia de Jaén en el Mapa de Cajamarca.



Nota: Mapa Vial Provincial, MTC.

Figura 8

Ubicación del Distrito de Jaén en el Provincia de Jaén.



Nota: Estudio de Diagnóstico y Zonificación para fines de demarcación Territorial de la Provincia de Jaén.

3.2.2 Unidad de Análisis

Condición superficial del pavimento en la avenida Pakamuros cdra. 01 - la cdra. 10 con el índice de rugosidad internacional (IRI)

3.2.3 Unidad de Observación

Está conformada por la longitud del tramo en estudio, por el ancho de carril, por el perfil longitudinal de la vía en estudio y por el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

3.2.4 Tipo y Método de Investigación

- ✓ Tipo: Aplicada.
- ✓ Método: Comparativa.

3.2.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- ✓ Técnica: Los datos se recogerán en base a la aplicación de la metodología IRI.
- ✓ Instrumentos: Formatos de aforo vehicular y el uso del instrumento de Rugosímetro de Merlín.

3.2.6 Análisis e Interpretación de Datos

Se hará mediante el uso comparativo de las escalas recomendadas en el MTC para la determinación del Estado en que se encuentra la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Trabajo en Campo

Se realizó el recorrido con el fin de determinar los puntos de inicio, referencia para el levantamiento topográfico; además, de establecer un punto estratégico para la toma de datos para determinar el aforo vehicular del área de estudio.

a) Levantamiento Topográfico:

Se realizó a lo largo de toda la Avenida Pakamuros de la cuadra 01 hasta la cuadra 10 del Distrito de Jaén, con el uso de la estación total a fin de determinar las características de la vía, como su topografía, perfil longitudinal y las secciones de la vía por cuadras. Se realizó los siguientes pasos del levantamiento topográfico:

- Se realiza un reconocimiento in situ en toda la vía de estudio identificando el eje vial de la Avenida Pakamuros desde la cuadra 01 hasta la cuadra 10 y sus límites del terreno a levantar.
- Se procede a estacionar el equipo topográfico en un punto visible que divise el punto de inicio (Km 0+000) y la mayor cantidad de puntos a tomar lectura a lo largo de la vía de estudio.
- Se hace el marcado de puntos de control (BM's) con la toma de coordenadas y cotas.
- Se procede al traspaso de medidas y datos de los BM's a la estación total para dar inicio con el levantamiento topográfico mediante la toma de puntos hasta el punto de fin (Km 0+810).

De este levantamiento topográfico se obtuvo lo necesario para determinar la composición del terreno del área de estudio, el perfil longitudinal y también las secciones de vía por cuadras.

b) Estudio de Tráfico Vehicular:

El estudio se desarrolló mediante un afora vehicular, contempla el conteo directo de vehículos durante siete días seguidos, días laborales y no laborales, con el fin de obtener el movimiento de vehículos en una determinada vía.

Este estudio se efectuó partiendo con ubicar un punto estratégico en el punto intermedio del área de estudio, donde exista mayor visibilidad. Además,

este conteo vehicular tuvo una duración de 16 horas continuas por día (5:00 am hasta las 9:00 pm), teniendo el apoyo de un ayudante que intercalará dejando días para la toma de datos.

La clasificación vehicular empleada fue la recomendada por el MTC en cuanto al estudio de tráfico, el cual agrupa los vehículos en motocicletas, vehículos livianos y pesados.

3.3.2 Reconocimiento en Campo del Área de Estudio

Se realizó el recorrido en toda el área de estudio, de la Cdra. 01 a la Cdra. 10 de la Avenida Pakamuros, con el propósito de saber en qué estado se encuentra la vía y poder identificar los escenarios apropiados para realizar los ensayos. Durante un reconocimiento de día y noche del flujo vehicular, se determinó realizar el ensayo de noche/madrugada puesto que hasta el promediar las 24 horas hasta las 04 horas (12 a.m. – 03 a.m.) el flujo vehicular es mínimo y óptimo para iniciar el los ensayos y evitar accidentes o interrupción en el tráfico vehicular.

3.3.3 Características de la Vía

3.3.3.1 Singularidades de la Vía. Las singularidades encontradas en la Avenida Pakamuros desde la cuadra 01 hasta la cuadra 10 son: 03 gibas, 10 tapas de alcantarilla; además, presenta un tramo de asfalto y un tramo de concreto del carril derecho y el carril izquierdo, respectivamente.

Fotografía 1

Presencia de Gibas en la Vía en Estudio.



Nota: Giba de concreto sin pintar ubicada en la Cdra. 09 de la Avenida Pakamuros.

Fotografía 2

Presencia de Tapas de Alcantarilla en la Vía en Estudio.



Nota: Tapa de alcantarilla desgastada ubicada en la Cdra. 04 de la Avenida Pakamuros.

Fotografía 3

Carril Derecho de Asfalto de Vía en Estudio.



Fotografía 4

Carril Izquierdo de Concreto de Vía en Estudio.



3.3.3.2 Patologías Superficiales en la Vía:

a) Ahuellamientos:

Es una deformación del pavimento, presente comúnmente en pavimento flexible, en donde los factores que implican este comportamiento inusual de la carpeta asfáltica generan conflictos en el tránsito vehicular, siendo uno de las mayores consecuencias la causa de accidentes vehiculares. Este tipo de falla depende de factores como: la presencia de altas temperaturas, desacertada selección de materiales y/o agregados, mal diseño de cargas a soportar, y/o presencia de altas cargas de diseño.

Fotografía 5

Ahuellamiento en pavimento flexible que se extiende todo el carril derecho.



Nota: Ahuellamiento ubicada en la intersección de la Calle Mariano Melgar y Avenida Pakamuros, en el carril derecho.

b) Exceso de mezcla:

Este es una causa principalmente de factor humano, puesto que no hay un control en cuanto a la mezcla del pavimento ni la supervisión de la misma al momento de ejecutar vaceado de asfalto en la vía, conllevando a que se riegue en exceso la mezcla asfáltica en el pavimento. Este exceso se puede determinar mediante una inspección visual en campo comparando niveles de superficie de rodadura con niveles de exceso de asfalto

Fotografía 6

Exceso de Mezcla Asfáltica.



Nota: Exceso de Mezcla Asfáltica ubicada en la Intersección de la Avenida Pakamuros, carril derecho, y la Calle México.

c) Desprendimiento de agregados:

Es el desgaste gradual de la superficie de rodadura en donde se genera el desprendimiento del material fino que conforma el pavimento. Esto es causado por múltiples factores, como el tiempo de vida útil, las constantes lluvias en la zona, el uso de agregado, entre otros.

Fotografía 7

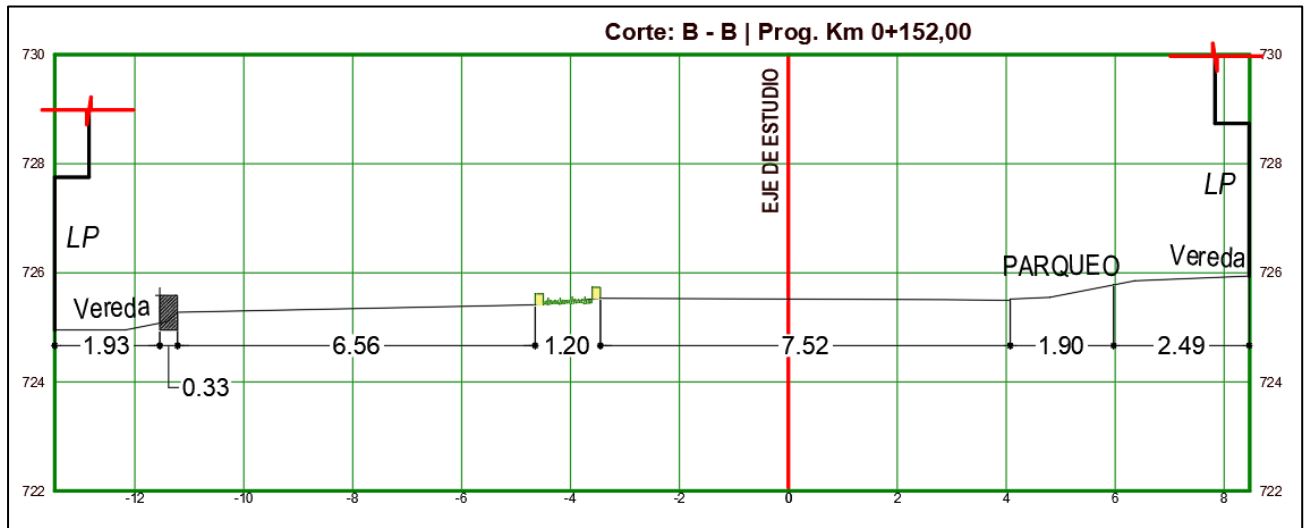
Desprendimiento de Agregados.



Nota: Desprendimiento de agregado ubicado en la cuadra 02 de la Avenida Pakamuros, en el carril derecho.

d) Sección Típica de la Vía:

Las secciones de la vía se realizaron en conjunto con el levantamiento topográfico, obteniendo la situación actual de las secciones del área de estudio mediante la toma por cuadras para determinar su sección.

Figura 10*Sección Típica de la Cuadra 02.***e) Aforo Vehicular:**

Se realizó el cálculo del Índice Medio Diario Total con la suma del flujo de los vehículos en ambos carriles (carril derecho y carril izquierdo):

$$IMD_{TOTAL} = IMD_{Carril Derecho} + IMD_{Carril Izquierdo} \dots\dots\dots \text{Ecuación 03}$$

Luego, se calculó el Índice Medio Diario Semanal, el cual es determinada con el índice medio diario total de toda la semana por cada tipo de vehículo dividido entre el número de días que duro el conteo vehicular:

$$IMD_S = \frac{IMD_{TOTAL}}{7} \dots\dots\dots \text{Ecuación 04}$$

Por último, se calculó el IMDA, el cual se determinó multiplicando el IMDs y el Factor de Corrección (el Fc es de la Estación de Peaje: P055 Pomahuaca - Promedio (2010-2020)), para vehículos livianos y pesados:

$$IMDA = IMD_S \times Fc \dots\dots\dots \text{Ecuación 05}$$

Tabla 6*Resumen del Conteo Vehicular.*

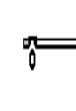
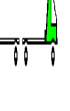
DÍA		Moto	Moto	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
		lineal	Taxi			PICK UP	PANEL		RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	T2S1/T2S2	T2S3	T3S1/3S2	T3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3
																							
LUNES	10/02/2025	7,492	11,548	696	828	1,439	186	299	6	6	6	418	98	5	6	4	6	61	0	2	3	3	23,112
MARTES	11/02/2025	10,737	14,783	631	792	1,306	42	272	2	5	9	429	90	10	4	4	8	62	2	1	4	1	29,194
MIERCOLES	12/02/2025	10,732	14,195	599	533	1,201	33	238	3	4	2	314	46	11	1	2	3	32	0	0	0	0	27,949
JUEVES	13/02/2025	12,031	14,538	577	535	1,306	33	305	2	3	1	405	66	15	1	2	0	40	0	0	0	0	29,860
VIERNES	14/02/2025	11,844	14,567	549	447	1,375	13	285	1	4	1	425	68	1	0	1	1	36	0	0	0	2	29,620
SABADO	15/02/2025	12,194	14,998	587	702	1,518	31	296	0	4	10	500	103	7	7	8	4	47	1	1	1	0	31,019
DOMINGO	16/02/2025	9,784	12,268	548	727	1,266	15	295	0	5	14	287	85	3	3	4	1	32	0	0	1	2	25,340
TOTAL		74,814	96,897	4,187	4,564	9,411	353	1,990	14	31	43	2,778	556	52	22	25	23	310	3	4	9	8	196,094

Tabla 7*Resumen del Índice Medio Diario Semanal.*

TIPO DE VEHÍCULOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	SUMA TOTAL (IMDTOTAL)	IMDs
Moto lineal	7,492	10,737	10,732	12,031	11,844	12,194	9,784	74,814	10,688
Moto Taxi	11,548	14,783	14,195	14,538	14,567	14,998	12,268	96,897	13,843
AUTO	696	631	599	577	549	587	548	4,187	599
STATION WAGON	828	792	533	535	447	702	727	4,564	652
PICK UP	1,439	1,306	1,201	1,306	1,375	1,518	1,266	9,411	1,345
PANEL	186	42	33	33	13	31	15	353	51
RURAL									
Combi	299	272	238	305	285	296	295	1,990	285
MICRO	6	2	3	2	1	0	0	14	2
BUS 2E	6	5	4	3	4	4	5	31	5
BUS >=3 E	6	9	2	1	1	10	14	43	7
CAMIÓN 2E	418	429	314	405	425	500	287	2,778	397
CAMIÓN 3E	98	90	46	66	68	103	85	556	80
CAMIÓN 4E	5	10	11	15	1	7	3	52	8
SEMI TRAYLER T2S1/T2S2	6	4	1	1	0	7	3	22	4
SEMI TRAYLER T2S3	4	4	2	2	1	8	4	25	4
SEMI TRAYLER T3S1/3S2	6	8	3	0	1	4	1	23	4
SEMI TRAYLER T3S3	61	62	32	40	36	47	32	310	45
TRAYLER 2T2	0	2	0	0	0	1	0	3	1
TRAYLER 2T3	2	1	0	0	0	1	0	4	1
TRAYLER 3T2	3	4	0	0	0	1	1	9	2
TRAYLER >=3T3	3	1	0	0	2	0	2	8	2
TOTAL IMD	23,112	29,194	27,949	29,860	29,620	31,019	25,340	196,094	28,025

Tabla 8*Resumen del Índice Medio Diario Anual.*

TIPO DE VEHÍCULOS	IMDs	FACTOR DE CORRECCIÓN (Fc)	IMDA
MOTO LINEAL	10,688		12,455
MOTO TAXI	13,843		16,131
AUTO	599		698
STATION WAGON	652	1.1653	760
PICK UP	1,345		1,567
PANEL	51		59
RURAL Combi	285		332
MICRO	2		2
BUS 2E	5		6
BUS >=3 E	7		8
CAMIÓN 2E	397		443
CAMIÓN 3E	80		89
CAMIÓN 4E	8		9
SEMI TRAYLER T2S1/T2S2	4	1.1158	4
SEMI TRAYLER T2S3	4		4
SEMI TRAYLER T3S1/3S2	4		4
SEMI TRAYLER T3S3	45		50
TRAYLER 2T2	1		1
TRAYLER 2T3	1		1
TRAYLER 3T2	2		2
TRAYLER >=3T3	2		2
TOTAL IMDA			32,627

f) Ejecución de Ensayos:

- *Procedimiento*

El ensayo se realizó en la Avenida Pakamuros, de la Cdra. 01 a la Cdra. 10, previo reconocimiento de la zona para identificar el horario adecuado a realizar el ensayo, una vez definido el horario a trabajar se comienza a iniciar con el ensayo, a ello se debe de tener un equipo de trabajo que conste de dos personas, uno que sería el operador del instrumento y el otro que tome nota de las lecturas que arroje el instrumento de Rugosímetro de Merlín.

Ahora se procede a estacionar el instrumento desde el punto de partida, teniendo como referencia una marca en la rueda del patín móvil de Merlín en donde esta deberá estar posicionado al ras de la superficie del pavimento, esta marca permite al operador tener referencia del momento en que se deberá estacionar para la toma de lectura según indique el puntero sobre la escala graduada del tablero (lectura entre 1 y 50), es decir cada ensayo se realizará al cabo de una vuelta de la rueda del instrumento de Merlín.

El ayudante deberá apoyar verificando que la marca este al ras del pavimento y anotar la lectura de inmediato en su cuaderno de apuntes para que luego sea transferido a un formato de ensayo tal como el que se muestra en la Tabla 8, este proceso se deberá repetir hasta completar las 200 lecturas y así sucesivamente hasta el punto final del ensayo.

Cabe indicar que para temas de este estudio se realizó tres ensayos por carril para tener mayor efectividad en los resultados sobre el estado real del pavimento y que la toma de la lectura de los 200 puntos dieron

g) Ejemplo de Cálculo del IRI en base a lo desarrollado en esta Tesis

l) *Datos:*

Tramo : 01

Carril : Carril Derecho (1er de ida); tomado en sentido de la Cdra. 01 a la Cdra. 10 de la Pakamuros.

Muestra : M-01

Progresiva : 0+000 km – 0+400 km

Longitud : 400 m

II) Llenado de lecturas en campo en los primeros 400 m:

Tabla 9

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín.

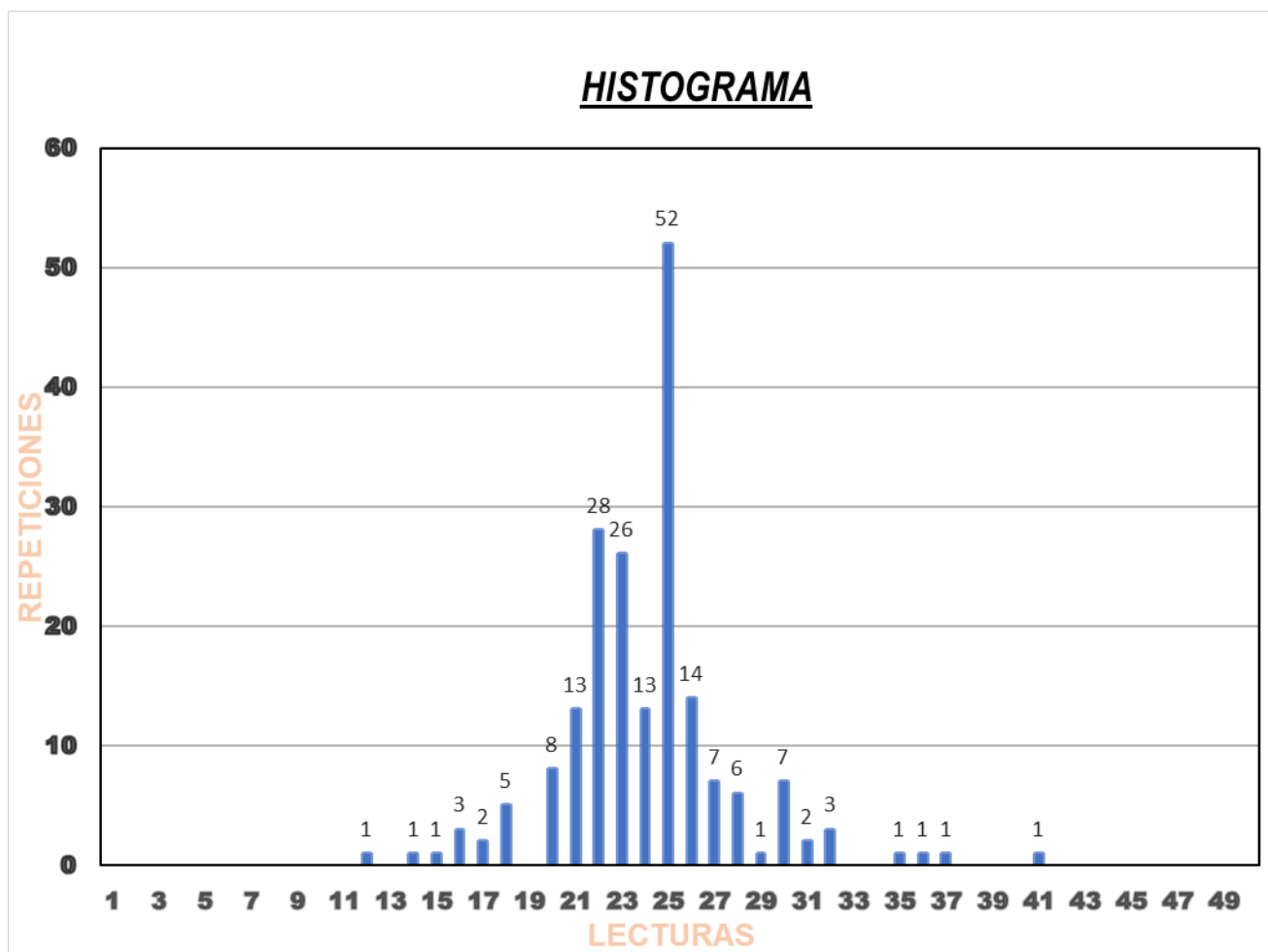
Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 01					Provincia	: Jaén		
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
25	22	37	22	25	25	24	25	26	24
26	30	26	20	25	25	24	21	22	25
15	25	25	23	23	22	26	23	25	25
24	27	25	22	23	23	21	25	23	25
21	21	22	25	23	24	22	22	BUZON	25
20	23	21	23	26	24	25	27	22	18
25	35	27	24	22	27	25	23	23	16
28	30	25	22	18	24	25	26	18	26
22	30	22	25	28	23	25	21	20	26
25	27	20	26	25	25	22	BUZON	18	25
21	12	31	23	22	22	23	36	28	24
25	30	14	22	25	25	21	30	23	BUZON
25	25	30	32	25	22	23	25	24	23
29	28	23	16	25	26	27	21	26	26
17	20	16	20	21	21	22	22	23	25
22	28	18	21	28	23	25	25	22	25
32	25	30	20	25	26	23	25	25	27
25	17	22	23	25	23	24	25	32	24
31	25	26	25	25	22	22	25	22	23
21	41	20	23	25	25	23	22	24	22

III) Cálculo del Rango D:

Para este paso se realiza la eliminación de 10 datos del extremo inferior y 10 datos del extremo superior del histograma, como se muestra a continuación:

Figura 11

Histograma de las lecturas para medición del IRI.



Se eliminarán 10 datos del eje de las “lecturas” del histograma (fig. 12), se eliminan de izquierda a derecha y viceversa, quedando de la siguiente manera:

Lado izquierdo: se eliminan los datos de la lectura 12, 14, 15, 16, 17 y 2 datos de la lectura 18, quedando: $3/5 = 0.600$

Lado derecho: se eliminan los datos de la lectura 41, 37, 36, 35, 32, 31 y 1 dato de la lectura 30, quedando: $6/7 = 0.857$

Por lo tanto, los datos restantes serán tomado para la continuación del análisis:

$$\text{Rango} = 3/5 + 10 + 6/7$$

$$\text{Rango} = 0.600 + 10 + 0.857$$

$$\text{Rango} = 11.457 \text{ unidades.}$$

Para el cálculo del Rango “D” se debe tener en cuenta las unidades, el cual está evaluado en milímetros, por el cual se multiplica el rango, calculado previamente, con el valor de una unidad en milímetros, siendo 5mm. En consecuencia, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Rango D} = 11.457 \text{ und.} \times \frac{5\text{mm}}{1 \text{ und}}$$

$$\text{Rango D} = 57.286 \text{ mm}$$

IV) Rango D corregido:

Para el valor de D corregido se deberá efectuar la multiplicación entre el valor D calculado en el ítem III (pag. 41) y el Factor de Corrección del mismo, calculado en el ítem IV (pag. 41):

El valor del Factor de Corrección (Fc):

$$F_c = \frac{(ep \times 10)}{[(P_i - P_f) \times 5]} \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

Donde:

ep: Espesor de la pastilla de calibración

Pi: Posición inicial del puntero del Rugosímetro de Merlín

Pf: Posición final del puntero del Rugosímetro de Merlín

Si la posición inicial del puntero del Rugosímetro de Merlín es 25 y la final 14, por lo tanto, el Factor de Corrección es:

$$F_c = (5 \times 10) / [(25 - 14) \times 5]$$

$$\text{Fc} = 0.91$$

Por lo tanto, el valor de D corregido es:

$$D_c = (57.286 \text{ mm}) * (0.91 \text{ mm})$$

$$D_c = 52.078$$

Este valor será el condicionante para determinar la rugosidad en unidades IRI.

V) *Cálculo de la Rugosidad en unidades IRI:*

En este paso se procede a determinar el valor de la rugosidad en unidades IRI del tramo trabajado, en donde haremos uso de las ecuaciones 1 o 2 (pag. 19) según sea el caso.

Como el $D > 50 \text{ mm}$, se tiene:

$$IRI = 0.593 + 0.0471(D)$$

$$IRI = 0.593 + 0.0471(52.078)$$

$$IRI = 3.05 \text{ m/km}$$

3.4 Análisis de Datos y Resultados Obtenidos

3.4.1 *Análisis de las Muestras Tomadas*

Los datos obtenidos en base al estudio realizado dieron resultados en concordancia con lo analizado, teniendo en cuenta los formatos de la toma de lecturas y los procedimientos establecidos mediante el análisis del rugosímetro de merlín para la obtención del estado del pavimento en estudio, tal como el indicado en el ejemplo de cálculo del IRI (pag. 38), es por ello que se obtiene lo siguiente:

I) Carril Derecho:

Muestra 01 (M-01): Tramo KM 0+000 – 0+400

La toma de lecturas se registró en su totalidad con presencia de singularidades (0+000 – 0+070 km es pavimento rígido y 0+070 – 0+400 km pavimento flexible) se encontraron además 03 tapas de buzones que son excluidas del análisis de las lecturas tomadas, registrando 197 lecturas en la toma de la primera muestra, teniendo un pavimento en “Regular” estado. Esta

muestra fue realizada en el sentido de ida (del punto de inicio del estudio hacia el fin del mismo).

Muestra 02 (M-02): Tramo KM 0+400 – 0+810

En la toma de lecturas hubo presencia de singularidades, como la presencia de buzones y de una giba (lecturas 136 y 137), todo el pavimento en este tramo es flexible, de las cuales de las 205 lecturas solo fueron analizadas 201, en la toma de la segunda y última muestra, teniendo un pavimento en “Buen” estado. Esta muestra fue realizada en el sentido de ida (del punto de inicio del estudio hacia el fin del mismo).

Para este estudio de tesis se realizó la toma de muestras tres veces por carril, en donde de todas las singularidades, solo se encuentra las gibas para el carril derecho tanto en el eje del carril y como en el extremo izquierdo del mismo, de las cuales son las M-03, M-04, M-05 y M-06.

II) Carril Izquierdo:

Muestra 07 (M-07): Tramo KM 0+000 – 0+400

En la toma de lecturas hubo presencia de singularidades, como la presencia de una giba (lecturas 60 y 61) en las cuales, de las 200 lecturas solo fueron analizadas 198, en la toma de la primera muestra, teniendo un pavimento en “Regular” estado. Esta muestra fue realizada en el sentido de retorno (del punto final del estudio hacia el inicio del mismo). Además, este análisis fue dado en pavimento rígido.

Muestra 08 (M-08): Tramo KM 0+400 – 0+810

En la toma de lecturas hubo presencia de singularidades, como la presencia de buzones y de dos gibas (lecturas 47 y 48) en las cuales fueron excluidas, quedando 199 lecturas analizadas, en la toma de la segunda y última muestra, teniendo un pavimento en “Buen” estado. Esta muestra fue realizada en el sentido de ida (del punto de inicio del estudio hacia el fin del mismo). Además, este análisis fue dado en pavimento rígido.

Así mismo, se realizó la toma de muestras tres veces del mismo carril, en donde hubo presencia de singularidades y de las cuales fueron analizadas

las lecturas correspondientes para evitar la alteración de las muestras, de las cuales son las M-09, M-10, M-11 y M12.

3.4.2 Resultados del Análisis de las Muestras Tomadas

3.4.2.1 Cálculo del IRI de la Av. Pakamuros Cdra. 01 a la Cdra. 10:

a) Carril Derecho Unidad de Muestra 01 (IDA):

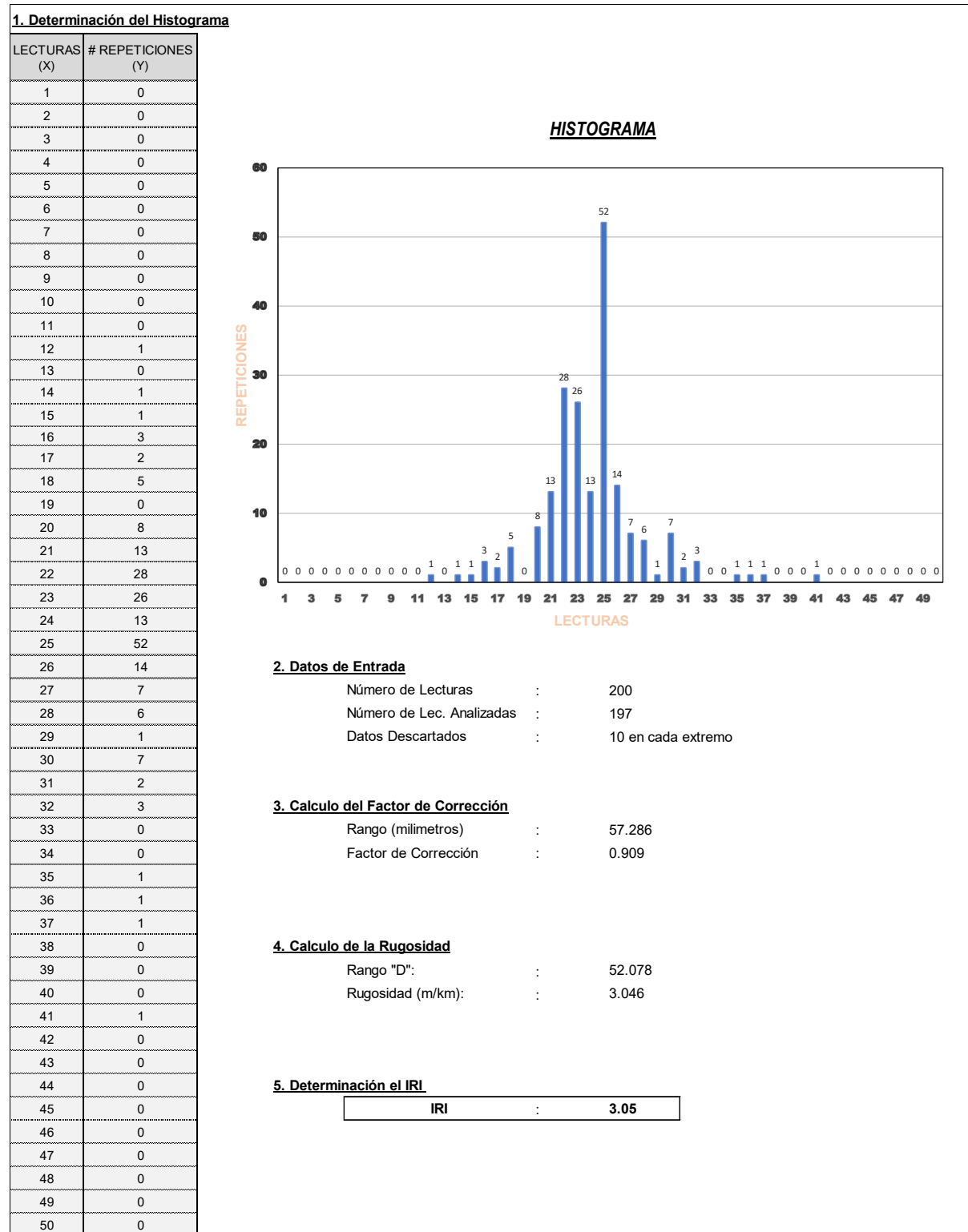
Tabla 10

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 01 (M-01): Tramo KM 0+000 – 0+400.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 01					Provincia	: Jaén		
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
25	22	37	22	25	25	24	25	26	24
26	30	26	20	25	25	24	21	22	25
15	25	25	23	23	22	26	23	25	25
24	27	25	22	23	23	21	25	23	25
21	21	22	25	23	24	22	22	BUZON	25
20	23	21	23	26	24	25	27	22	18
25	35	27	24	22	27	25	23	23	16
28	30	25	22	18	24	25	26	18	26
22	30	22	25	28	23	25	21	20	26
25	27	20	26	25	25	22	BUZON	18	25
21	12	31	23	22	22	23	36	28	24
25	30	14	22	25	25	21	30	23	BUZON
25	25	30	32	25	22	23	25	24	23
29	28	23	16	25	26	27	21	26	26
17	20	16	20	21	21	22	22	23	25
22	28	18	21	28	23	25	25	22	25
32	25	30	20	25	26	23	25	25	27
25	17	22	23	25	23	24	25	32	24
31	25	26	25	25	22	22	25	22	23
21	41	20	23	25	25	23	22	24	22

Figura 12

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 01 (M-01): Tramo KM 0+000 – 0+400



b) Carril Derecho Unidad de Muestra 02 (IDA):

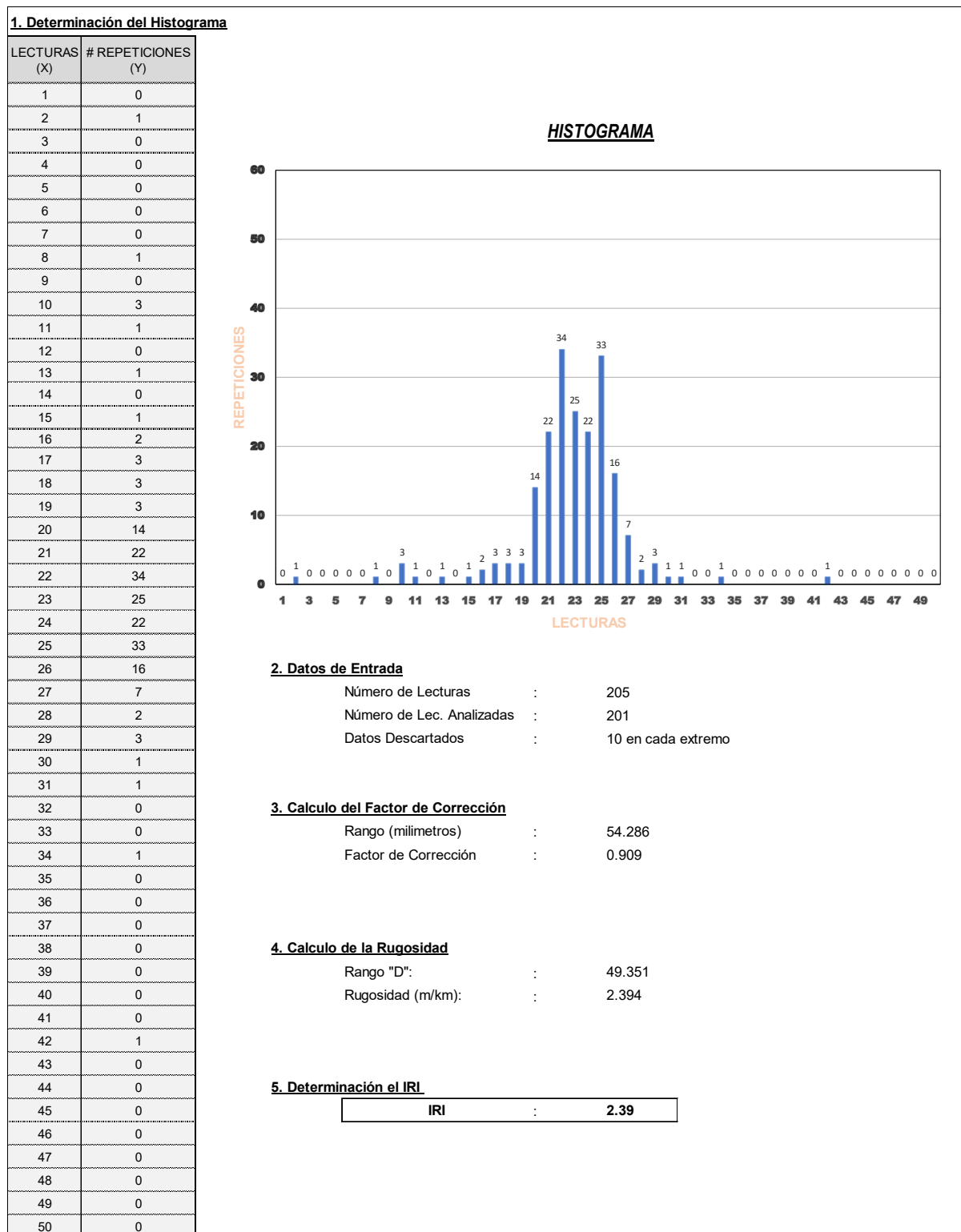
Tabla 11

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 02 (M-02): Tramo KM 0+400 – 0+810

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca			
Unidad de Muestra	: M - 02					Provincia	: Jaén			
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén			
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros			
22	21	24	25	21	20	23	21	23	25	24
20	26	24	22	21	23	20	23	20	24	22
24	21	24	18	22	27	29	22	24	22	24
24	21	30	19	22	17	21	20	21	22	25
22	27	25	27	18	29	20	24	26	22	26
25	27	26	25	22	25	23	19	26	25	-
20	22	31	25	25	29	24	22	24	23	-
25	21	25	25	18	25	22	15	21	25	-
21	BUZON	20	21	34	23	22	8	22	25	-
21	20	25	28	17	23	20	10	23	21	-
23	16	23	21	10	25	22	27	23	25	-
26	24	26	25	26	25	22	21	23	25	-
20	23	26	23	22	22	21	26	23	25	-
25	10	22	21	22	24	20	25	22	19	-
22	24	22	20	23	11	21	23	24	25	-
25	23	BUZON	24	26	42	GIVA	24	25	22	-
26	22	13	24	20	2	GIVA	22	25	22	-
27	21	28	23	25	16	21	23	23	25	-
26	26	22	24	17	22	22	25	24	26	-
23	27	25	22	22	24	21	23	26	23	-

Figura 13

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 02 (M-02): Tramo KM 0+400 – 0+810.



c) Carril Derecho Unidad de Muestra 03 (REGRESO):

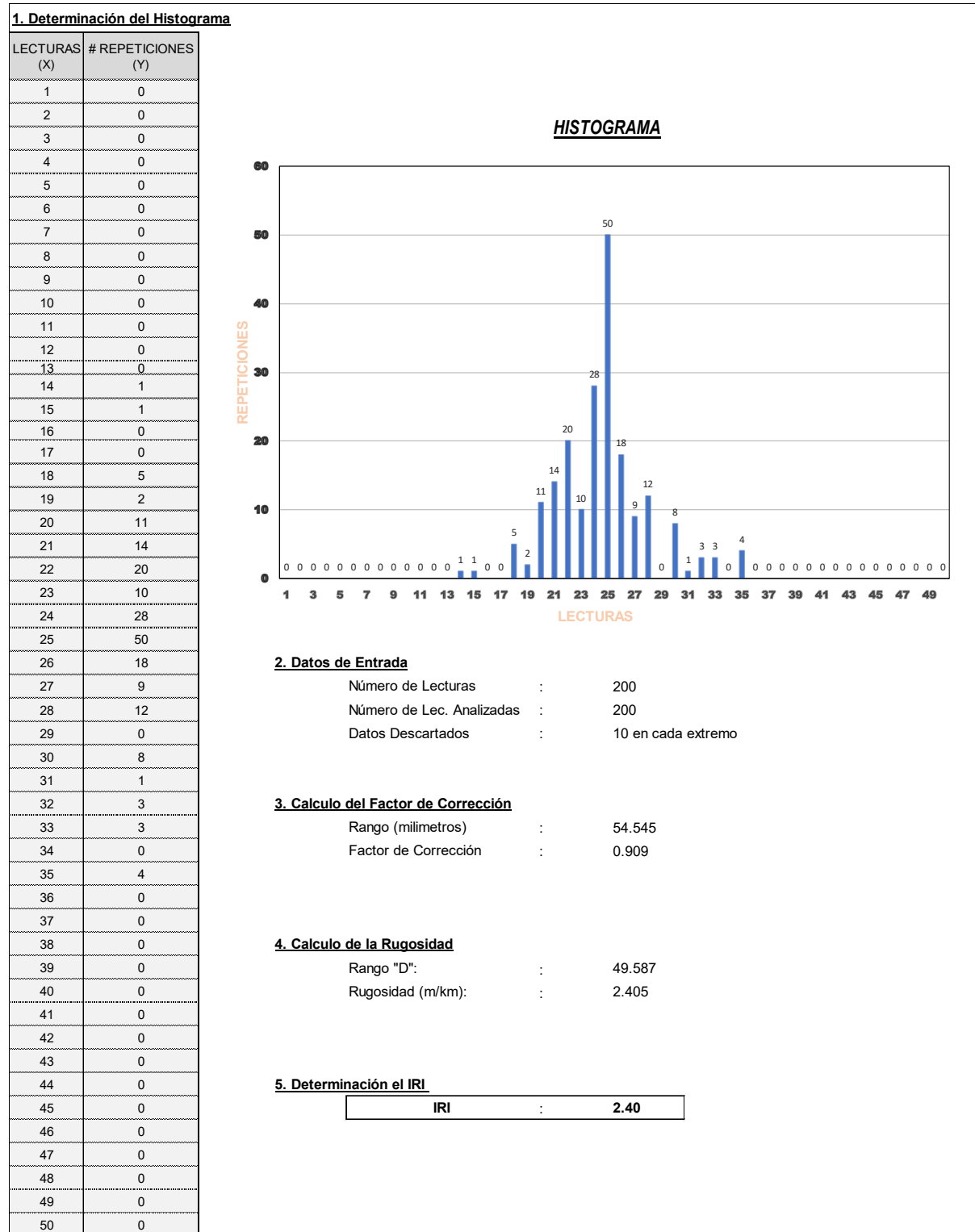
Tabla 12

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 03 (M-03): Tramo KM 0+000 – 0+400

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 03					Provincia	: Jaén		
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
24	25	28	23	25	25	27	24	24	25
20	26	24	22	25	21	25	25	27	25
22	24	20	21	23	23	30	25	25	25
23	28	21	27	21	24	35	24	25	25
22	30	20	25	21	25	21	24	25	30
28	22	22	21	27	25	25	26	26	22
24	26	28	22	30	28	25	22	26	18
25	33	24	27	20	23	25	20	25	24
20	31	24	25	22	20	27	22	25	24
24	28	25	25	24	25	30	21	22	24
24	15	35	20	24	23	27	26	18	26
24	22	21	20	26	22	28	26	22	32
20	24	33	30	25	24	22	25	25	26
28	30	22	18	25	24	30	25	25	26
18	26	14	23	22	24	35	24	25	18
20	28	21	25	32	22	25	26	32	24
28	25	28	25	26	24	25	21	28	21
24	21	25	22	26	23	25	19	24	25
33	25	25	25	27	26	22	23	26	25
25	35	23	27	25	26	19	21	25	25

Figura 14

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 03 (M-03): Tramo 0+000 – 0+400.



d) Carril Derecho Unidad de Muestra 04 (REGRESO):

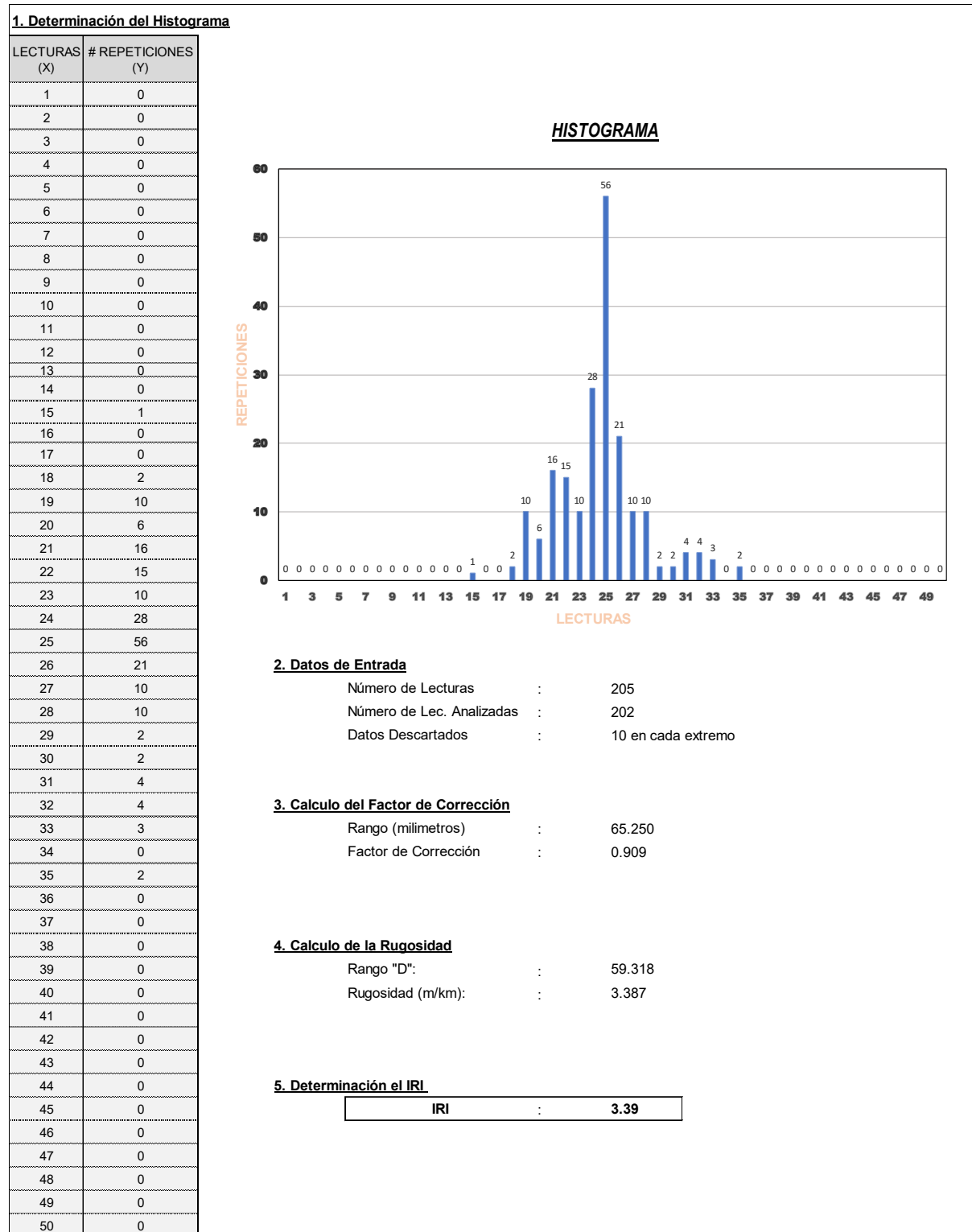
Tabla 13

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 04 (M-04): Tramo KM 0+400 – 0+810

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca			
Unidad de Muestra	: M - 04					Provincia	: Jaén			
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén			
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros			
25	21	25	21	31	21	24	24	26	26	25
32	22	25	23	26	22	26	25	25	26	25
21	19	23	23	24	24	28	25	25	20	25
23	24	28	25	24	24	33	25	31	19	25
24	26	24	25	25	24	21	25	27	30	24
24	26	24	25	25	25	25	21	19	35	-
24	26	22	25	26	27	25	20	22	28	-
25	28	18	26	27	21	25	BUZON	25	19	-
22	24	19	32	19	29	25	23	25	21	-
25	26	21	25	21	27	25	18	25	27	-
24	32	26	26	22	22	22	22	25	24	-
24	26	25	25	22	27	20	28	28	24	-
23	25	25	25	26	24	19	30	32	25	-
15	25	25	26	25	19	22	25	26	25	-
20	25	25	23	25	20	20	25	22	31	-
26	24	21	25	24	35	GIVA	27	21	28	-
21	24	19	25	28	33	GIVA	24	23	33	-
25	23	21	27	27	26	22	19	25	26	-
25	28	28	24	27	24	23	22	25	21	-
25	25	31	29	21	24	24	26	25	22	-

Figura 15

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 04 (M-04): Tramo 0+400 – 0+810.



e) Carril Derecho Unidad de Muestra 05 (IDA):

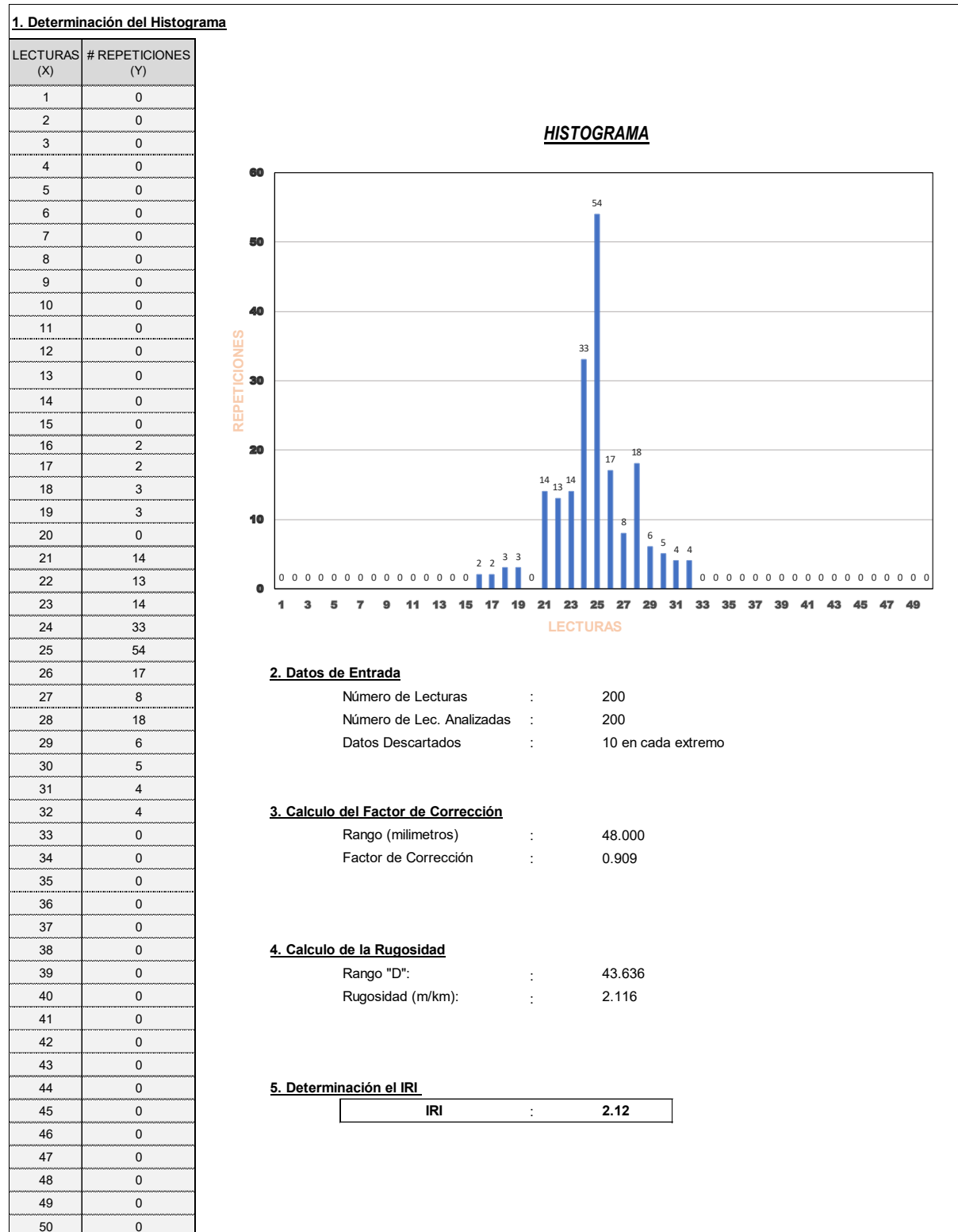
Tabla 14

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 05 (M-05): Tramo KM 0+000 – 0+400.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 05					Provincia	: Jaén		
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
24	21	24	27	25	30	24	24	23	25
25	26	25	26	25	29	24	24	21	25
17	24	25	25	28	26	21	25	28	25
22	30	25	24	21	31	23	25	23	25
24	25	19	30	24	21	24	25	27	21
23	25	23	28	24	22	30	21	25	23
25	28	29	16	23	22	25	21	25	22
27	26	24	22	29	23	25	28	25	28
21	25	24	24	32	26	25	27	21	24
24	23	19	28	26	25	23	23	22	24
25	16	32	21	28	25	21	24	26	24
25	23	28	24	19	25	28	28	26	28
25	24	25	32	22	28	26	22	32	31
26	24	25	18	24	27	24	29	31	27
18	30	25	21	24	22	25	24	29	21
23	25	17	22	26	26	25	24	26	26
25	26	28	25	25	29	27	25	24	25
25	18	31	25	25	28	22	25	24	25
28	22	24	25	25	25	27	25	24	25
23	28	22	26	25	25	26	25	28	24

Figura 16

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 05 (M-05): Tramo 0+000 – 0+400.



f) Carril Derecho Unidad de Muestra 06 (IDA):

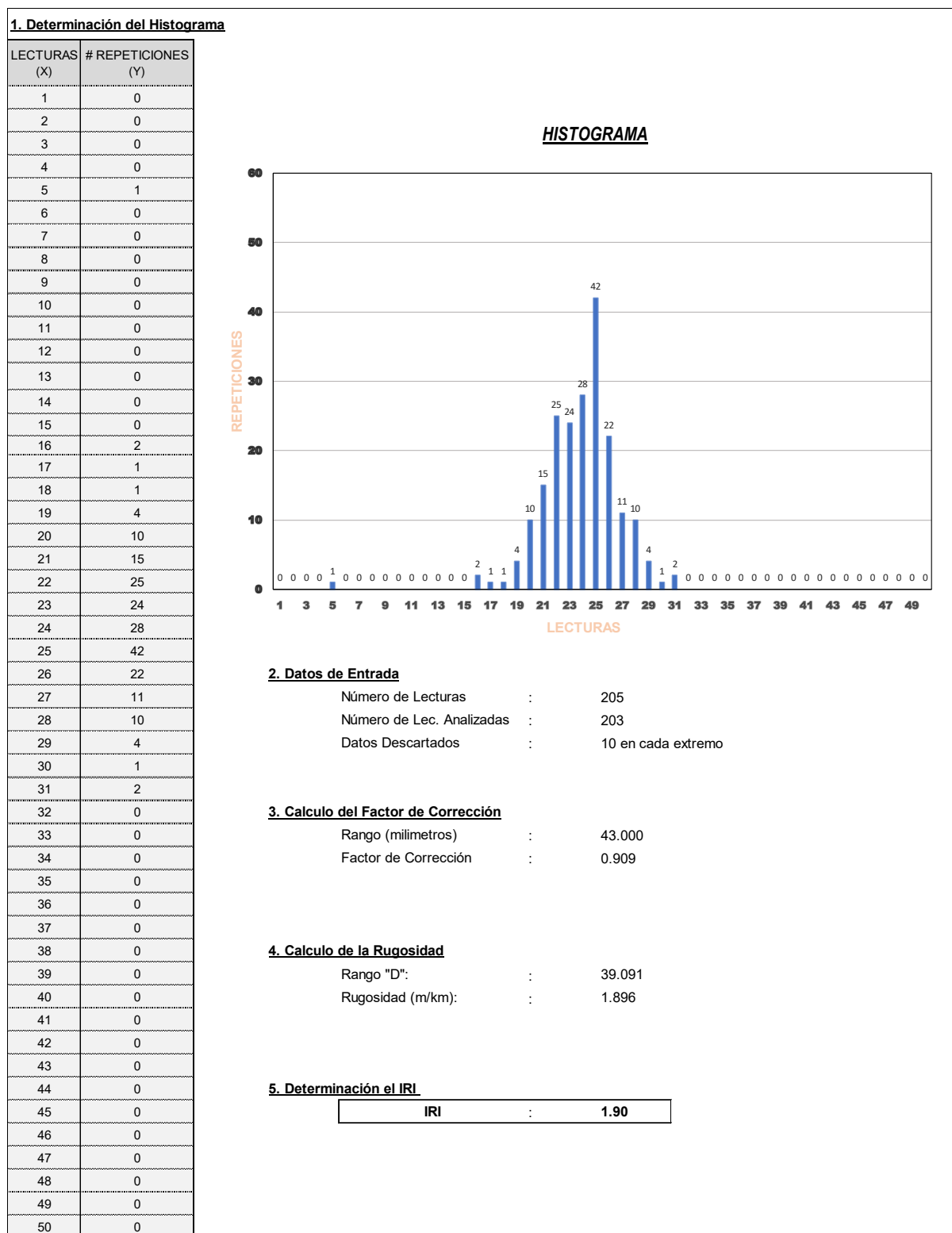
Tabla 15

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 06 (M-06): Tramo KM 0+400 – 0+810

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca			
Unidad de Muestra	: M - 06					Provincia	: Jaén			
Carril	: Derecho					Distrito	: Jaén			
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros			
24	22	18	25	27	25	28	26	27	23	26
22	23	23	21	25	25	23	25	24	28	23
28	27	22	23	23	27	26	25	25	26	24
21	20	23	25	21	22	22	24	25	26	24
26	26	24	25	26	24	20	27	22	28	27
26	22	25	25	23	24	24	24	26	23	-
23	21	25	25	24	27	21	5	23	31	-
25	23	25	25	27	31	26	23	22	22	-
25	16	22	20	23	26	27	29	20	26	-
22	19	23	26	21	24	29	19	25	25	-
21	22	26	23	22	29	26	21	27	25	-
28	21	24	28	26	22	24	25	26	23	-
22	22	24	22	25	23	24	26	28	22	-
24	24	20	22	25	26	28	26	25	27	-
20	21	22	24	24	29	20	24	25	24	-
25	25	16	25	24	19	GIVA	21	25	21	-
21	25	19	24	30	20	GIVA	23	25	25	-
26	25	22	24	23	25	23	21	21	25	-
25	24	25	17	28	25	20	22	22	23	-
25	28	25	20	24	25	22	23	24	22	-

Figura 17

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 06 (M-06): Tramo KM 0+400 – 0+810.



g) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 07 (REGRESO):

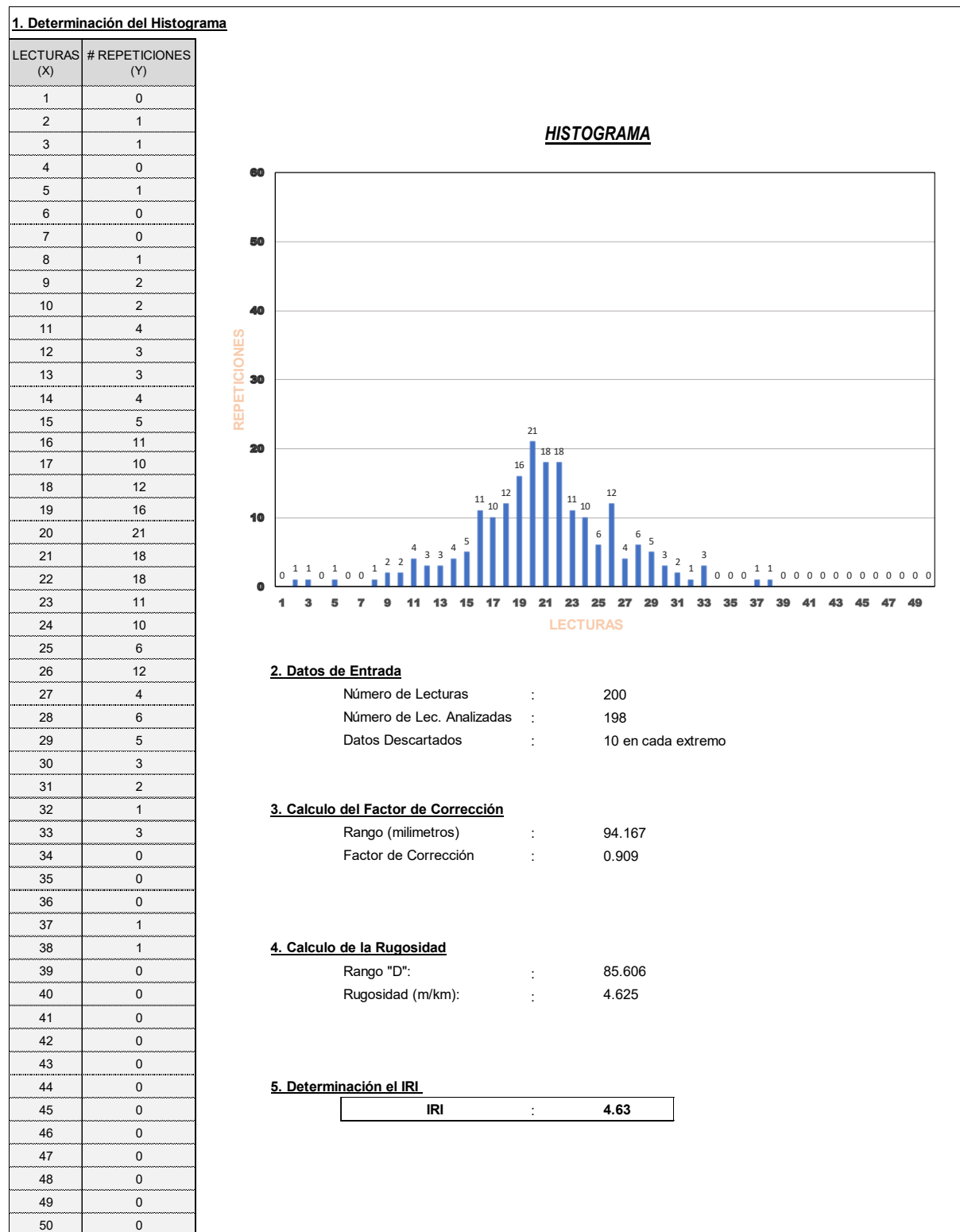
Tabla 16

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 07 (M-07): Tramo KM 0+000 – 0+400.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 07					Provincia	: Jaén		
Carril	: Izquierdo					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
12	26	22	GIVA	21	20	26	21	21	26
26	18	15	21	23	23	33	17	14	23
21	19	38	24	21	18	25	3	25	15
24	18	23	22	18	16	11	20	12	9
20	25	20	26	20	24	22	21	16	18
16	28	28	26	21	21	20	27	16	20
22	18	12	20	19	20	17	33	19	24
22	17	19	17	21	16	19	16	21	29
22	21	24	26	21	22	26	20	26	27
22	14	22	24	24	16	23	11	17	18
15	2	20	29	26	20	14	23	20	19
22	26	29	22	18	17	22	14	11	5
32	23	29	20	16	10	18	19	17	30
22	13	16	31	20	13	20	21	16	30
15	20	16	30	24	27	23	27	18	33
31	10	24	19	25	20	19	22	22	37
28	17	28	17	19	20	23	21	28	17
13	20	8	18	23	22	22	21	9	19
19	24	21	19	19	22	11	19	25	20
23	15	GIVA	28	21	25	29	26	18	19

Figura 18

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 07 (M-07): Tramo KM 0+000 – 0+400.



h) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 8 (REGRESO):

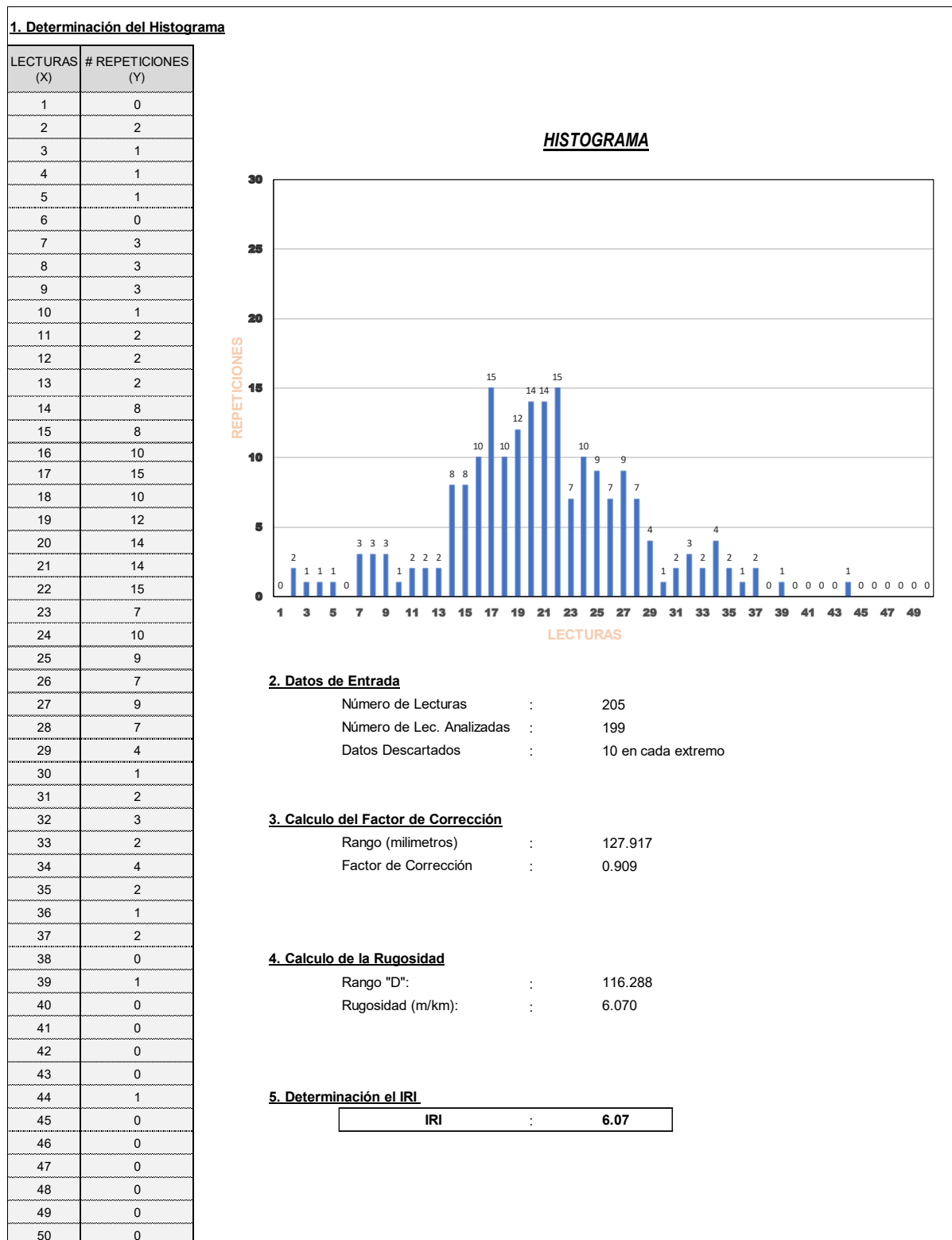
Tabla 17

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 08 (M-08): Tramo KM 0+400 – 0+810.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca			
Unidad de Muestra	: M - 08					Provincia	: Jaén			
Carril	: Izquierdo					Distrito	: Jaén			
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros			
22	29	21	18	22	29	34	15	19	19	23
19	28	12	25	19	16	12	34	14	16	23
21	22	37	17	3	44	14	16	9	17	16
21	18	18	37	26	30	17	36	31	20	28
26	20	17	27	24	9	20	19	26	25	22
27	14	32	20	2	17	25	GIVA	18	13	-
8	26	GIVA	27	20	15	17	GIVA	14	22	-
16	26	GIVA	16	20	13	22	20	10	28	-
27	7	22	25	24	15	4	21	20	21	-
21	24	18	27	9	22	2	16	19	27	-
17	29	23	20	35	22	7	25	21	20	-
8	17	15	31	24	25	14	18	14	18	-
32	19	BUZON	23	28	27	18	17	24	22	-
19	25	20	35	15	21	17	22	14	17	-
24	8	23	14	11	17	17	15	20	20	-
24	32	22	BUZON	25	29	26	33	25	19	-
19	27	23	39	28	20	17	18	26	21	-
24	21	24	19	28	34	5	24	22	21	-
21	15	34	22	33	27	11	19	22	18	-
16	17	16	21	23	7	21	28	15	16	-

Figura 19

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 08 (M-08): Tramo KM 0+400 – 0+810.



i) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 9 (IDA):

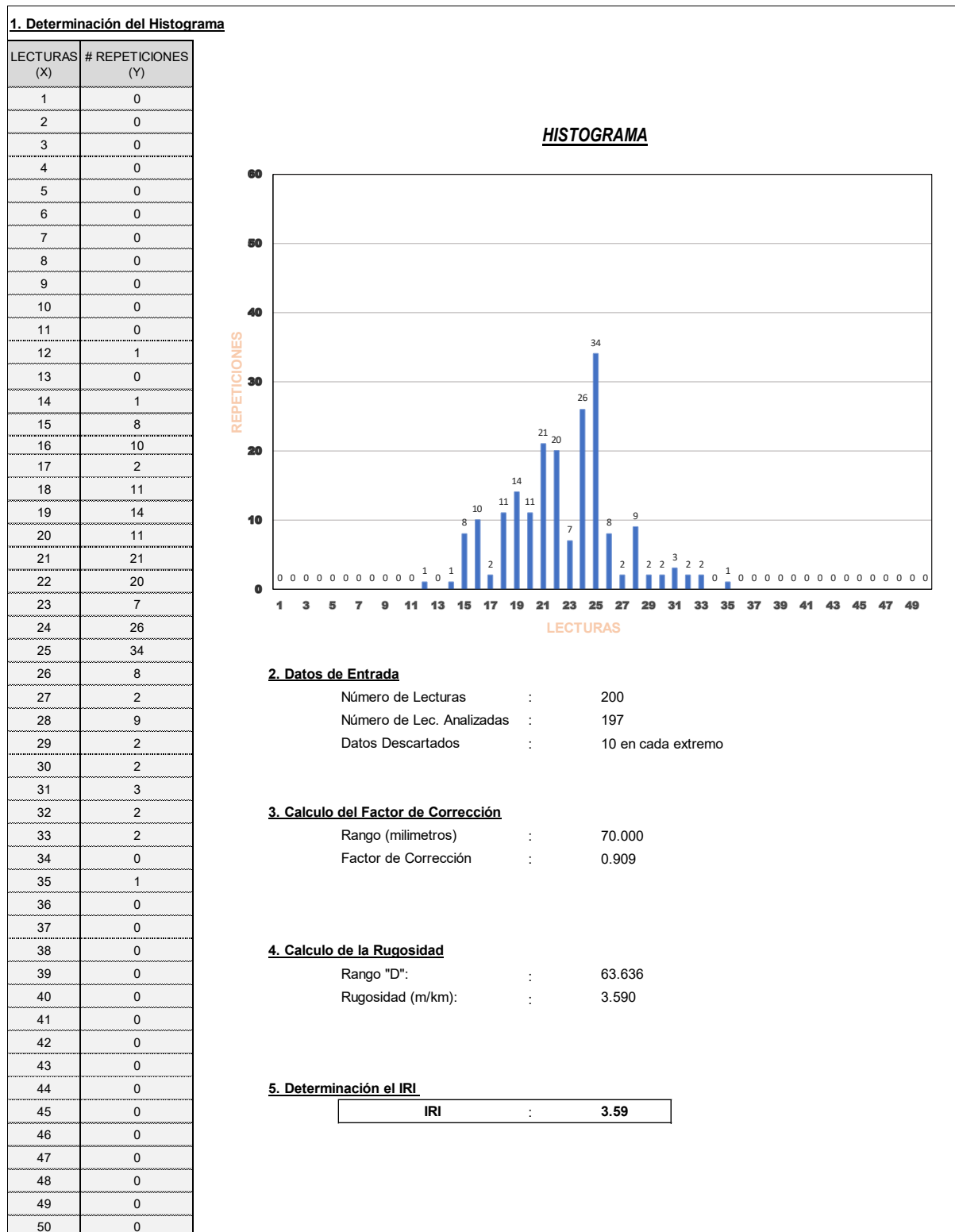
Tabla 18

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 09 (M-09): Tramo KM 0+000 – 0+400.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 09					Provincia	: Jaén		
Carril	: Izquierdo					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
20	20	21	GIVA	25	24	24	22	23	25
21	19	19	24	25	25	31	30	19	24
24	17	35	22	25	22	26	18	24	19
33	21	25	21	25	15	15	22	25	15
22	24	25	20	22	23	21	24	22	21
19	27	25	28	23	22	24	25	21	22
24	19	18	22	16	19	19	28	20	24
25	22	22	29	24	16	21	18	24	25
25	24	25	24	24	21	25	22	25	25
26	29	24	25	20	18	24	15	16	16
19	18	18	25	21	22	16	21	22	19
25	25	32	28	19	18	21	16	15	14
27	24	28	22	15	15	19	18	20	28
28	17	18	33	22	28	22	BUZON	16	26
21	22	21	31	26	24	26	26	19	31
32	18	25	20	25	25	21	20	23	25
26	25	25	16	25	25	23	24	24	20
12	25	18	19	21	20	24	24	15	21
21	20	23	21	30	23	16	21	24	25
24	16	GIVA	26	22	21	28	28	25	25

Figura 20

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 09 (M-09): Tramo KM 0+000 – 0+400.



j) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 10 (IDA):

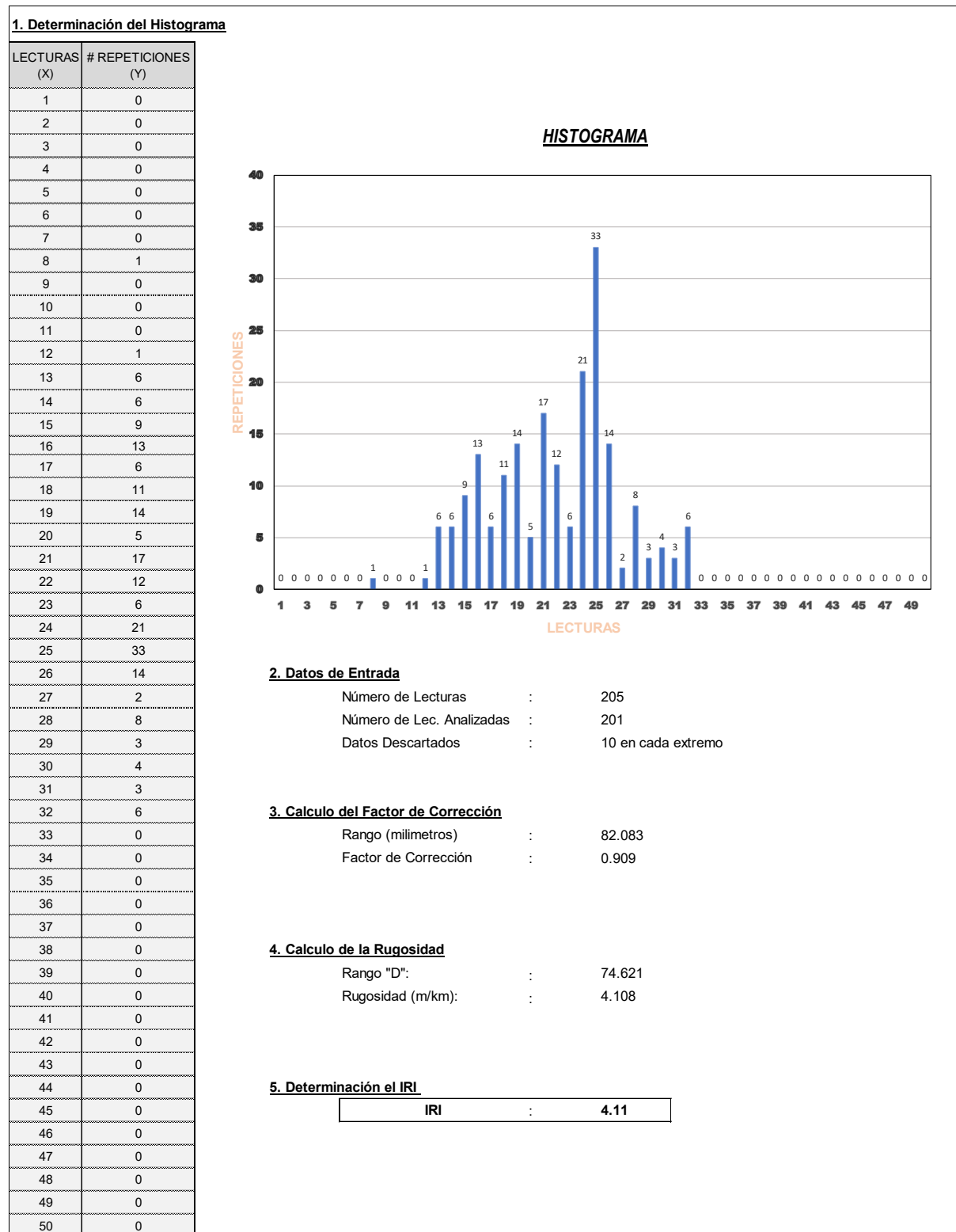
Tabla 19

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 10 (M-10): Tramo KM 0+400 – 0+810.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol						Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 10						Provincia	: Jaén		
Carril	: Izquierdo						Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025						Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
23	26	24	13	25	26	31	19	18	19	25
16	29	15	24	27	16	18	32	19	22	25
26	21	32	20	19	32	14	20	15	19	19
26	16	16	32	25	30	22	24	30	21	26
25	22	19	27	25	17	24	21	25	24	21
26	20	28	26	14	20	24	GIVA	24	14	-
15	25	GIVA	29	17	13	16	GIVA	18	24	-
21	25	GIVA	15	24	14	20	23	14	25	-
26	16	21	25	24	18	14	25	8	25	-
25	21	19	25	16	21	16	13	22	30	-
17	26	22	24	28	24	13	25	25	21	-
15	21	18	28	25	25	18	24	13	19	-
28	18	32	18	25	28	22	19	29	23	-
22	17	22	32	18	22	23	21	18	21	-
21	15	25	15	13	16	25	16	22	22	-
25	28	25	21	25	26	25	31	25	18	-
25	26	17	26	25	24	12	30	25	23	-
26	24	19	22	26	24	15	25	24	25	-
23	16	31	17	28	28	24	25	24	21	-
19	19	19	24	21	16	24	21	16	15	-

Figura 21

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 09 (M-09): Tramo KM 0+400 – 0+810.



k) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 11 (REGRESO):

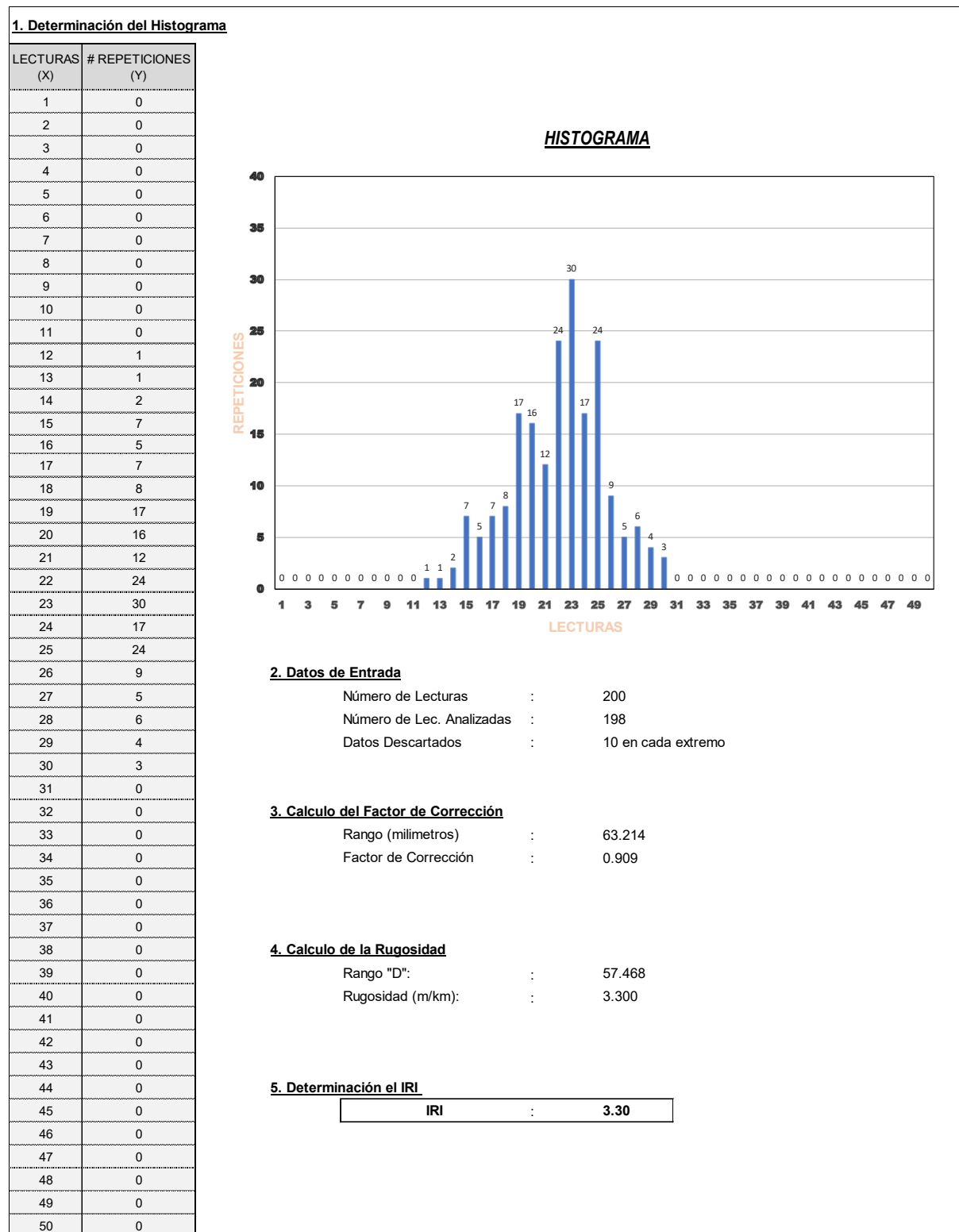
Tabla 20

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 11 (M-11): Tramo KM 0+000 – 0+400.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín									
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca		
Unidad de Muestra	: M - 11					Provincia	: Jaén		
Carril	: Izquierdo					Distrito	: Jaén		
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros		
25	24	24	GIVA	24	25	28	23	25	29
24	25	20	23	22	24	30	20	18	24
20	22	28	25	23	19	23	19	23	17
23	17	24	21	17	15	17	23	16	14
24	23	25	27	22	25	21	22	14	22
21	25	25	25	20	20	22	24	19	26
23	25	18	22	17	22	18	25	22	25
19	19	20	20	23	19	19	20	27	29
24	22	22	23	20	21	22	23	29	22
23	18	19	25	22	17	26	19	17	19
15	12	24	27	24	26	15	21	24	23
23	25	25	23	21	21	23	16	20	15
27	25	25	22	19	16	20	23	23	13
25	15	19	29	22	23	22	26	27	23
19	23	22	26	23	24	21	28	24	28
26	18	28	21	25	28	20	26	18	30
25	22	26	19	16	23	23	24	30	23
22	21	15	20	22	21	21	22	19	20
19	23	22	18	20	25	15	20	23	22
24	16	GIVA	23	23	25	26	25	18	19

Figura 22

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 11 (M-11): Tramo KM 0+000 – 0+400.



I) Carril Izquierdo Unidad de Muestra 12 (REGRESO):

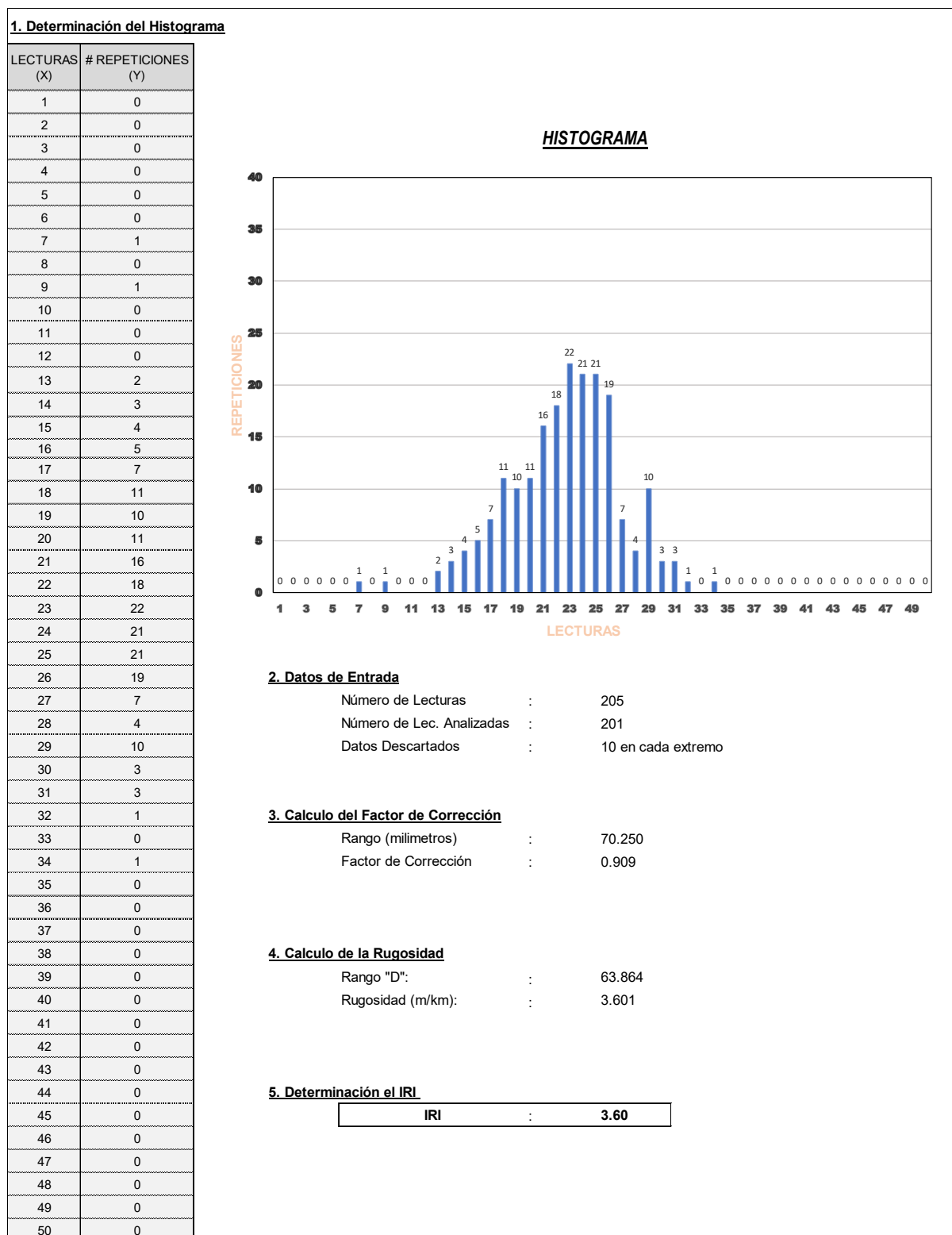
Tabla 21

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín. Muestra 12 (M-12): Tramo KM 0+400 – 0+810.

Registro de Lecturas del Rugosímetro de Merlín										
Responsable	: Bach. Jean Pieer Asenjo Cajusol					Departamento	: Cajamarca			
Unidad de Muestra	: M - 12					Provincia	: Jaén			
Carril	: Izquierdo					Distrito	: Jaén			
Fecha	: Mayo del 2025					Nombre de Vía	: Av. Pakamuros			
23	26	23	30	22	23	29	16	26	21	23
21	27	16	34	24	18	17	28	20	21	28
24	24	31	19	15	27	22	22	27	23	29
25	13	26	29	24	24	20	31	29	25	26
25	18	20	26	25	20	23	26	24	25	25
28	14	31	24	19	19	25	GIVA	21	17	-
15	25	GIVA	14	23	29	26	GIVA	25	24	-
9	23	GIVA	18	22	17	26	22	22	25	-
26	15	23	24	26	22	14	24	23	25	-
29	25	21	25	15	23	19	21	18	26	-
24	26	26	22	27	21	22	22	21	29	-
17	22	18	29	32	24	21	22	19	21	-
26	20	23	26	25	17	24	19	25	23	-
20	23	25	27	22	25	20	24	24	19	-
21	18	24	16	19	20	18	17	24	22	-
23	7	16	23	24	23	23	26	25	21	-
13	29	23	17	26	18	19	22	22	24	-
25	24	22	29	27	27	20	24	21	26	-
16	19	28	23	25	30	23	21	26	21	-
20	20	18	25	30	23	21	22	18	18	-

Figura 23

Histograma de las lecturas analizadas y resultados IRI. Muestra 12 (M-12): Tramo KM 0+400 – 0+810.



3.4.2.2 Resultados del Cálculo del IRI de la Av. Pakamuros Cdra. 01 a la Cdra.

10:

A continuación, se presenta los resultados obtenidos del análisis de las muestras en base a las unidades IRI obtenidos en cada calzada.

3.4.2.2.1 Carril Derecho:

Tabla 22

Resultados de la rugosidad en unidades IRI del Carril Derecho.

MUESTRAS	TRAMOS			Cdra.	SENTIDO	IRI (m/km)
	Km	-	Km			
M - 01	0+000	-	0+400	01 - 05	IDA	3.05
M - 02	0+400	-	0+810	01 - 10	IDA	2.39
M - 03	0+000	-	0+400	10 - 05	REGRESO	2.40
M - 04	0+400	-	0+810	05 - 01	REGRESO	3.39
M - 05	0+000	-	0+400	01 - 05	IDA	2.12
M - 06	0+400	-	0+810	01 - 10	IDA	1.90

Tabla 23

Resumen de la rugosidad en unidades IRI del Carril Derecho.

MUESTRAS	IRI (m/km)
M - 01	3.05
M - 02	2.39
M - 03	2.40
M - 04	3.39
M - 05	2.12
M - 06	1.90
IRI PROMEDIO	2.54 m/km

Como se observa en la Tabla 19 del resumen del cálculo de la rugosidad del carril derecho se obtuvo un promedio de 2.54 en unidades IRI de las 06 muestras que fueron tomadas y analizadas con el instrumento del Rugosímetro de Merlín, conllevando a determinar que el pavimento del carril derecho del área de estudio a nivel de superficie de rodadura está en estado “BUENO”. El análisis realizado en este carril es de un pavimento flexible.

3.4.2.2.2 Carril Izquierdo:

Tabla 24

Resultados de la rugosidad en unidades IRI del Carril Izquierdo Derecho.

MUESTRAS	TRAMOS			Cdra.	SENTIDO	IRI (m/km)
	Km	-	Km			
M - 07	0+000	-	0+400	01 - 05	REGRESO	4.63
M - 08	0+400	-	0+810	01 - 10	REGRESO	6.07
M - 09	0+000	-	0+400	10 - 05	IDA	3.59
M - 10	0+400	-	0+810	05 - 01	IDA	4.11
M - 11	0+000	-	0+400	01 - 05	REGRESO	3.30
M - 12	0+400	-	0+810	01 - 10	REGRESO	3.60

Tabla 25

Resumen de la Rugosidad en Unidades IRI del Carril Izquierdo.

MUESTRAS	IRI (m/km)
M - 07	4.63
M - 08	6.07
M - 09	3.59
M - 10	4.11
M - 11	3.30
M - 12	3.60
IRI PROMEDIO	4.22 m/km

Como se observa en la Tabla 22 del resumen del cálculo de la rugosidad del carril izquierdo se obtuvo un promedio de 4.22 en unidades IRI de las 06 muestras que fueron tomadas y analizadas con el instrumento del Rugosímetro de Merlín, conllevando a determinar que el pavimento del carril izquierdo del área de estudio a nivel de superficie de rodadura está en estado “MALO”. El análisis realizado en este carril es de un pavimento rígido.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

La evaluación superficial del pavimento de la avenida Pakamuros cuadra 01 a la cuadra 10 con el uso del rugosímetro de merlín, que consta de dos carriles, se obtiene que con el análisis de 06 muestras del carril derecho un IRI promedio de 2.54 m/km indicando que está en “BUEN” estado, en cambio en el carril izquierdo que con el mismo análisis de 06 muestras se obtuvo un IRI promedio de 4.22 m/km indicando que es un pavimento en “MAL” estado.

4.1.1. Resultados de ambos carriles de la vía:

A fin de obtener el estado de la vía se comparará los resultados de los dos carriles respecto de la rugosidad que fue obtenida, se obtiene lo siguiente:

Tabla 26

Resumen Comparativo de la Rugosidad en Unidades IRI de ambos Carriles.

MUESTRAS		IRI	
		CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
M - 01	M - 07	3.05 m/km	4.63 m/km
M - 02	M - 08	2.39 m/km	6.07 m/km
M - 03	M - 09	2.40 m/km	3.59 m/km
M - 04	M - 10	3.39 m/km	4.11 m/km
M - 05	M - 11	2.12 m/km	3.30 m/km
M - 06	M - 12	1.90 m/km	3.60 m/km
IRI PROMEDIO		2.54 m/km	4.22 m/km

La comparación de estos resultados difiere en gran magnitud, ya sea por diversos factores, como por el tipo de pavimento, por el tipo de construcción, por su tiempo de vida o por su mantenimiento de vía. Cabe mencionar que este análisis fue dado en dos tipos de pavimentos que conforman la avenida Pakamuros Cdra. 01 a la Cdra. 10, en un carril derecho es un pavimento flexible y el carril izquierdo es un pavimento rígido.

4.2. Discusión

- ❖ La hipótesis mencionada en este proyecto indica que el estado del pavimento es “Malo”, en donde las muestras analizadas mediante el rugosímetro de merlín demuestran que para el carril derecho se obtiene un estado de pavimento “Bueno”, en cambio para el carril izquierdo se obtuvo un estado de pavimento “Malo”, obteniendo que la evaluación de la condición superficial del pavimento en la Avenida Pakamuros Cdra. 01 - la Cdra. 10 con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el Rugosímetro de Merlín, se encuentra en “Regular” estado.

Tabla 27

Resumen de la Rugosidad en Unidades IRI de la Avenida Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10.

MUESTRAS		IRI	
		CARRIL DERECHO	CARRIL IZQUIERDO
M - 01	M - 07	3.05 m/km	4.63 m/km
M - 02	M - 08	2.39 m/km	6.07 m/km
M - 03	M - 09	2.40 m/km	3.59 m/km
M - 04	M - 10	3.39 m/km	4.11 m/km
M - 05	M - 11	2.12 m/km	3.30 m/km
M - 06	M - 12	1.90 m/km	3.60 m/km
IRI PROMEDIO		2.54 m/km	4.22 m/km
IRI (Av. Pakamuros Cdra. 01 – Cdra.10)		3.38 m/km	"REGULAR"

- ❖ Este análisis con el uso del rugosímetro de merlín que determina la rugosidad del pavimento estudiado, resulta ser un procedimiento confiable que identificar en qué estado se encuentra la vía en estudio; además este procedimiento es una salida económica en cuanto a la utilización de equipos para medir la rugosidad, puesto que en la actualidad hay instrumentos como Perfilómetro Laser, Walking Profiler, Perfilógrafo Californiano, los cuales su uso resulta ser

muy caro y muy complejos de utilizar, puesto que se necesitaría un personal capacitado o ir a clases de capacitación por meses para poder saber su utilización, es por ello que el uso del Rugosímetro de Merlín resulta ser muy accesible para los educandos de nivel superior.

- ❖ Guerrero Marticorena, J. (2023) analizó un pavimento flexible de dos carriles, ejecutando 19 ensayos con el Rugosímetro de Merlín en la carretera Shanango – Bellavista, provincia de Jaén, obteniendo un IRI promedio de 1.77 m/km, indicando que la vía en estudio está en un estado bueno; mientras que en esta investigación se analizó el pavimento a nivel superficial en ambos carriles, obteniéndose resultados de Rugosidad de: Carril Derecho un IRI promedio de 2.54 m/km y el Carril Izquierdo un IRI promedio de 4.22 m/km, determinando que el IRI del pavimento estudiado se encuentra en estado Regular.

4.2.1. Contrastación de Hipótesis

Los resultados obtenidos en el carril derecho arrojaron como promedio en unidades, IRI, 2.54 m/km indicando que se encuentra en estado Bueno, y a su vez, en el carril izquierdo un estado Malo, en unidades cuyo IRI fue de 4.22 m/km; entonces, se afirma que según los datos obtenidos la Avenida Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10 se encuentra en estado “Regular”; por lo tanto, se concluye que el resultado obtenido no cumple con la hipótesis: la rugosidad superficial según el Método IRI de la Avenida Pakamuros de la Cuadra 01 a la Cuadra 10 es malo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ❖ Se obtuvo también que la mayor presencia de tipo de vehículo que circula en la avenida Pakamuros, es el mototaxi, seguido de las motos lineales, obteniendo un IMDs de 13,843 y 10,688 respectivamente. Por lo tanto, se obtuvo un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 32,627 veh/día.
- ❖ Esta evaluación superficial del pavimento de la Avenida Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10 de la ciudad de Jaén, con el uso del Rugosímetro de Merlín, se obtuvo que la rugosidad en unidades IRI es de 3.38 m/km obteniendo un pavimento es estado “Regular”
- ❖ La evaluación del pavimento en estudio se realizó tres veces por carril, de forma alternada, permitiendo comparar y obtener con mayor efectividad el estado en que se encuentra la avenida Pakamuros de la cuadra 01 a la cuadra 10, en el primer carril (carril derecho) se obtuvo valores de la rugosidad que oscilan entre 1.90 m/km hasta 3.39 m/km, indicando que el valor de la rugosidad promedio en unidades IRI es de 2.54 m/km dando como resultado que dicho carril se encuentra en un “Buen” estado; en cambio en el segundo carril (carril izquierdo) la rugosidad obtenida oscila entre 3.30 m/km hasta 6.07 m/km, indicando que la rugosidad promedio en unidades IRI es de 4.22 m/km dando como resultado que dicho carril se encuentra en un estado “Malo”.

5.2. RECOMENDACIONES

- ❖ La evaluación superficial de vías, es muy importante para saber en qué estado actual se encuentra, de tal manera que se debe de efectuar evaluaciones constantes de vías, se recomienda realizarlas cada mitad de año.
- ❖ Este método de evaluación, se debe de establecer y condicionar como estudios post ejecución de proyectos viales (carreteras, pistas y veredas, entre otros) para de tal forma evitar situaciones, que en la actualidad son frecuentes y que suceden al poco tiempo de la entrega de dichos proyectos, como son los

mantenimientos, daños en la estructura, entre otros, todos ellos generando más gastos a la sociedad.

- ❖ Este método de evaluación, con el uso del instrumento del rugosímetro de merlín resulta ser confiable y asequible, es por ello que se recomienda hacer estos estudios en otras partes de la ciudad y/o alrededores.
- ❖ Es de suma importancia, que los diversos centros de estudios superiores y universitarios se implementen con Instrumentos Tecnológicos pertinentes (Rugosímetro de Merlín) para beneficio de los estudiantes y estar a la vanguardia de las recientes innovaciones que la sociedad exige.
- ❖ Es importante considerar, que la intervención sea inmediata por parte de las entidades a fin de resolver el mal estado en que se encuentra el carril izquierdo de la avenida Pakamuros para beneficio del usuario.
- ❖ En conjunto con las entidades se debería establecer parámetros de control para la recepción de proyectos viales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, S., Rivero, R., 2012. Instrumento Electrónico para la Estimación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) con base en el Perfilómetro Estático Merlín, Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, 27(1). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000100006
- Chahuares Paucar (2023). Evaluación de pavimentos flexibles con el método PCI, VIZIR e IRI en la avenida Unión, distrito de Chaclacayo, ciudad de Lima.
- Flores Jara, E., Pilco Galindo, D. (2021). Análisis Funcional del Pavimento Flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular, utilizando el Rugosímetro de Merlín en la Av. Gustavo Pinto, Tacna – 2020.
- Guerrero Maticorena (2023). “Evaluación de la condición del Pavimento Flexible mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la carretera Shanango - Bellavista - Jaén – Cajamarca”.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007). “Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras”. Editorial MTC, http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2951.pdf.
- Pradena Miquel, M., 2006. Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados, Revista de la Construcción, 7(2), 16-22. <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619380002.pdf>
- Román Reyes (2020). Metodología para el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su aplicación en pavimentos flexibles de Guatemala.
- Tingal Limay (2021). Análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la Superficie del Pavimento Flexible de la Vía Cajamarca – Baños del Inca, utilizando el Rugosímetro de Merlín.
- Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (2021). Informe de Evaluación Nacional Pavimentada de Costa Rica. Editorial UGERVN, <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/2470>.

ANEXOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRAFICO.**Fotografía 8**

Tesista efectuado el Levantamiento Topográfico de la Av. Pakamuros de la Cdra. 01 a la Cdra. 10.



Fotografía 9

Rugosímetro de Merlín utilizado en los ensayos.



Fotografía 10

Posicionamiento del instrumento de Rugosímetro de Merlín para inicio de ensayos.



Fotografía 11

Lectura y toma de datos del tramo de Inicio: KM 0+000, M – 01 (IDA), Carril Derecho.



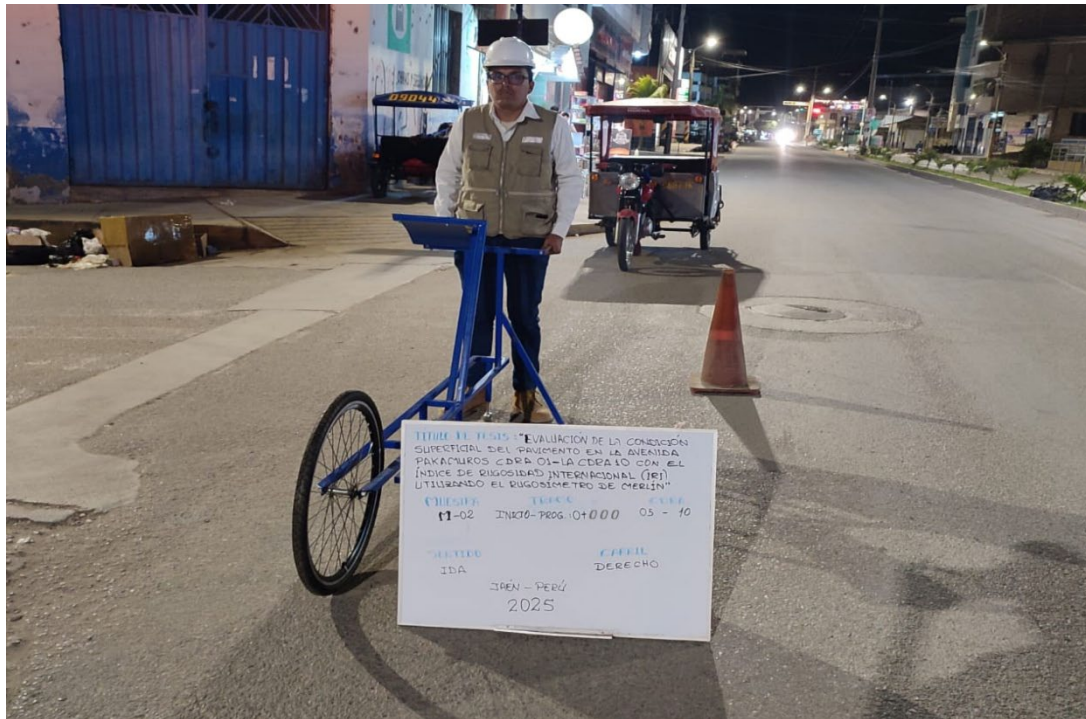
Fotografía 12

Lectura y toma de datos del tramo de Fin: KM 0+400, M – 01 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 13

Lectura y toma de datos del tramo de Inicio: KM 0+000, M – 02 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 14

Lectura y toma de datos del tramo de Fin: KM 0+810, M – 02 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 15

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 03 (REGRESO), Carril Derecho.



Fotografía 16

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 04 (REGRESO), Carril Derecho.



Fotografía 17

Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 04 (REGRESO), Carril Derecho.



Fotografía 18

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 05 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 19

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 06 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 20

Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 06 (IDA), Carril Derecho.



Fotografía 21

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 07 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 22

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 08 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 23

Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 08 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 24

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 09 (IDA), Carril Izquierdo.



Fotografía 25

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 10 (IDA), Carril Izquierdo.



Fotografía 26

Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 10 (IDA), Carril Izquierdo.



Fotografía 27

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 11 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 28

Lectura y toma de datos del tramo del Inicio: KM 0+000, M – 12 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 29

Lectura y toma de datos del tramo del Fin: KM 0+810, M – 12 (REGRESO), Carril Izquierdo.



Fotografía 30

Tesista usando el Rugosímetro de Merlín con el uso de sus EPP's.



Fotografía 31

Equipo de trabajo (tesista y un ayudante).



ANEXO 02: FORMATO DE CONTEO VEHICULAR.



FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSIMETRO DE MERLI"										ESTACION		1				
CALLE					Avenida Pakamuros Cdra. 01 - Cdra. 10					CODIGO DE LA ESTACION		E - 01				
UBICACIÓN					Avenida Pakamuros Cdra. 03					DÍA Y FECHA		LUNES		10	2	2025

HORA	PERIODO		Moto lineal	Moto taxi	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
	INICIO	FIN					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	T2S1/T2S2	T2S3	T3S1/3S2	T3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
1	5:00:00	5:15:00																							
	5:15:00	5:30:00																							
	5:30:00	5:45:00																							
	5:45:00	6:00:00																							
2	6:00:00	6:15:00																							
	6:15:00	6:30:00																							
	6:30:00	6:45:00																							
	6:45:00	7:00:00																							
3	7:00:00	7:15:00																							
	7:15:00	7:30:00																							
	7:30:00	7:45:00																							
	7:45:00	8:00:00																							
4	8:00:00	8:15:00																							
	8:15:00	8:30:00																							
	8:30:00	8:45:00																							
	8:45:00	9:00:00																							
5	9:00:00	9:15:00																							
	9:15:00	9:30:00																							
	9:30:00	9:45:00																							
	9:45:00	10:00:00																							
6	10:00:00	10:15:00																							
	10:15:00	10:30:00																							
	10:30:00	10:45:00																							
	10:45:00	11:00:00																							
7	11:00:00	11:15:00																							
	11:15:00	11:30:00																							
	11:30:00	11:45:00																							
	11:45:00	12:00:00																							
8	12:00:00	12:15:00																							
	12:15:00	12:30:00																							
	12:30:00	12:45:00																							
	12:45:00	13:00:00																							
TOTAL																									

Nota: Formato MTC.

ANEXO 03: FORMATO DE ANOTACION DE LECTURAS.

[illegible]

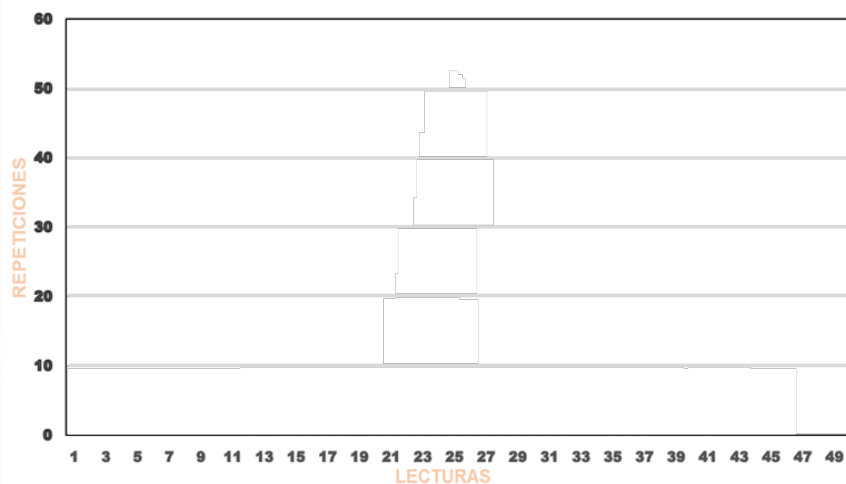
ANEXO 04: FORMATO DEL CALCULO DEL IRI.

1. Determinación del Histograma

LECTURAS (X)	# REPETICIONES (Y)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	

REPETICIONES DE LECTURAS ARROJADAS DEL RUGOSIMETRO DE MERLIN

HISTOGRAMA



2. Datos de Entrada

Número de Lecturas :
 Número de Lect. Analizadas :
 Datos Descartados :

3. Calculo del Factor de Corrección

Rango (milímetros) :
 Factor de Corrección :

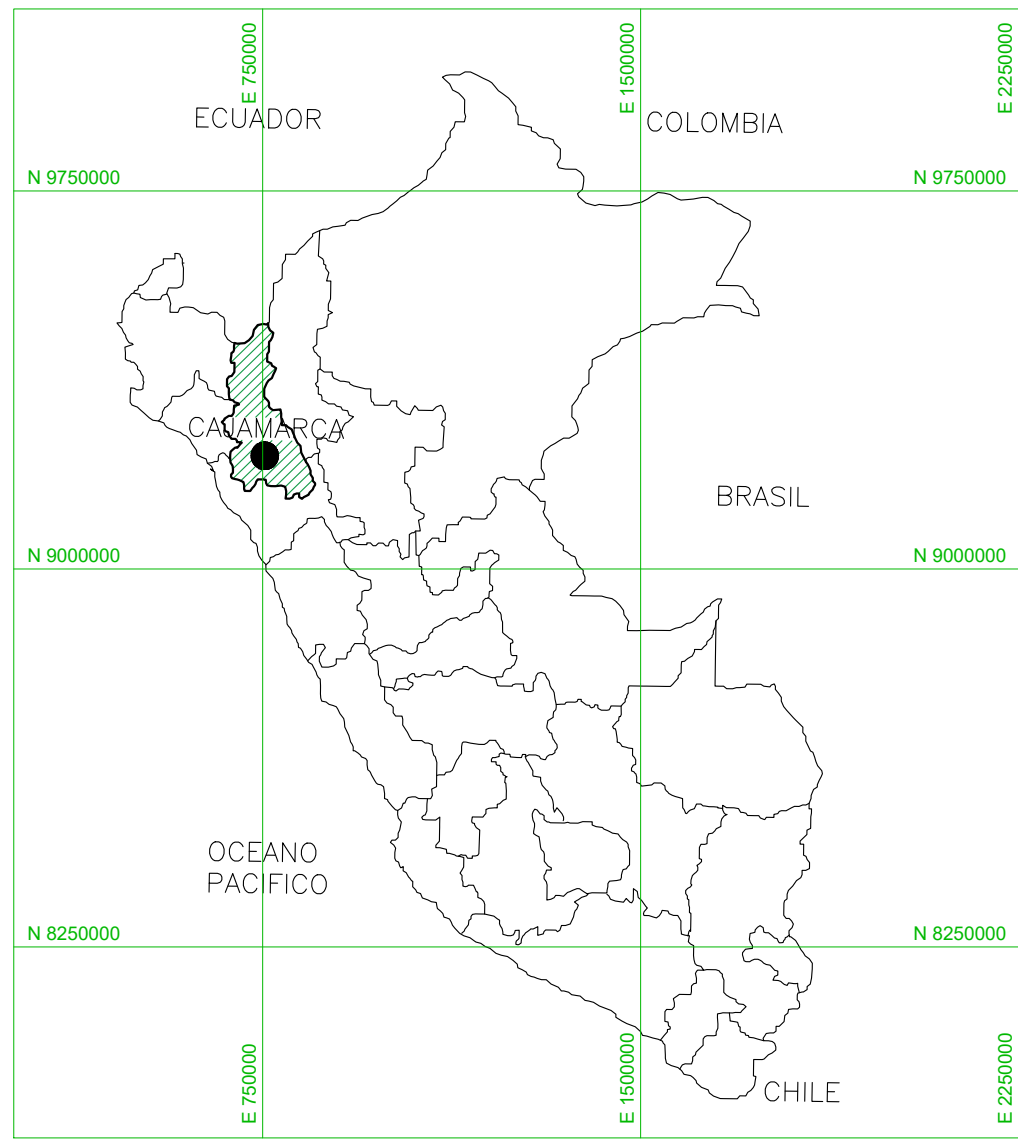
4. Calculo de la Rugosidad

Rango "D": :
 Rugosidad (m/km): :

5. Determinación del IRI

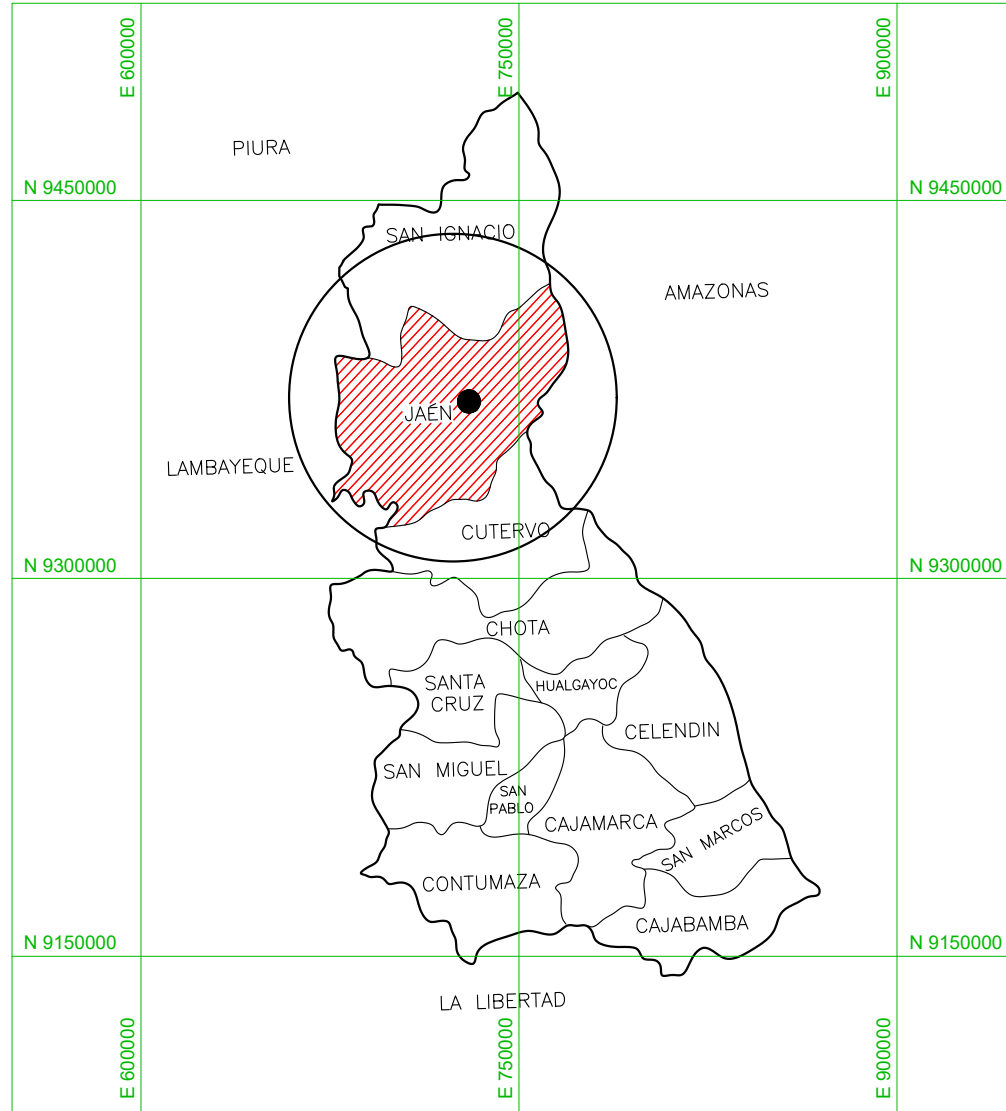
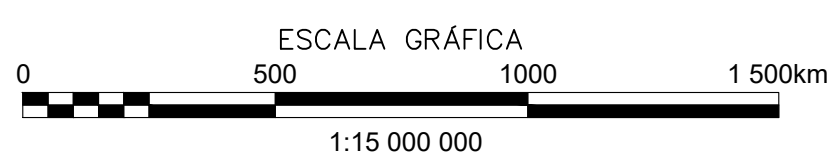
IRI:

ANEXO 05: PLANOS



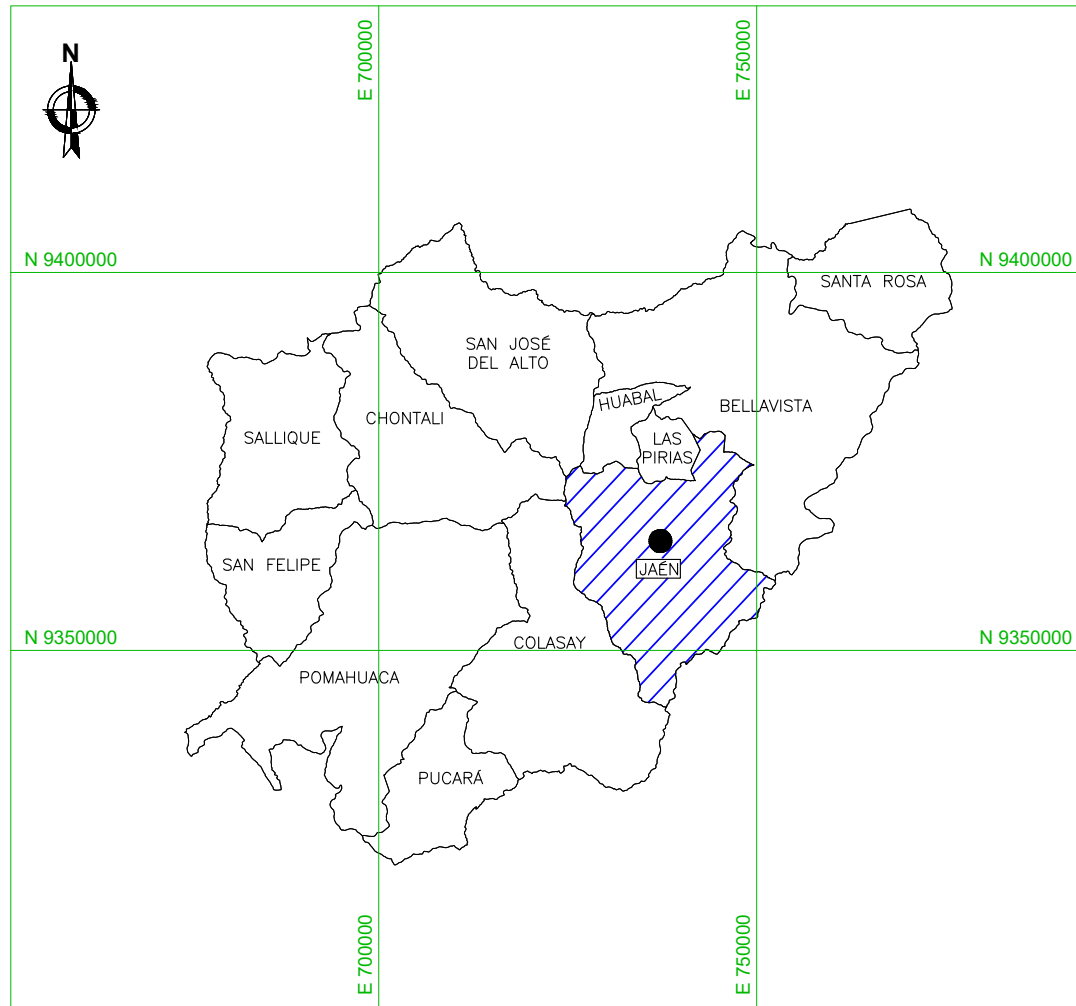
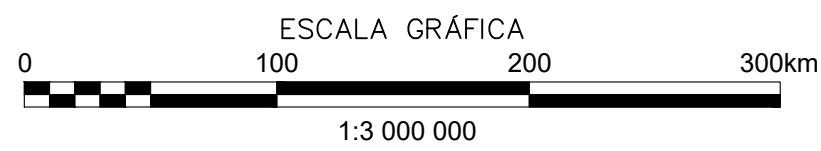
FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MAPA POLÍTICO DEL PERÚ
ESC.: 1/15 000 000



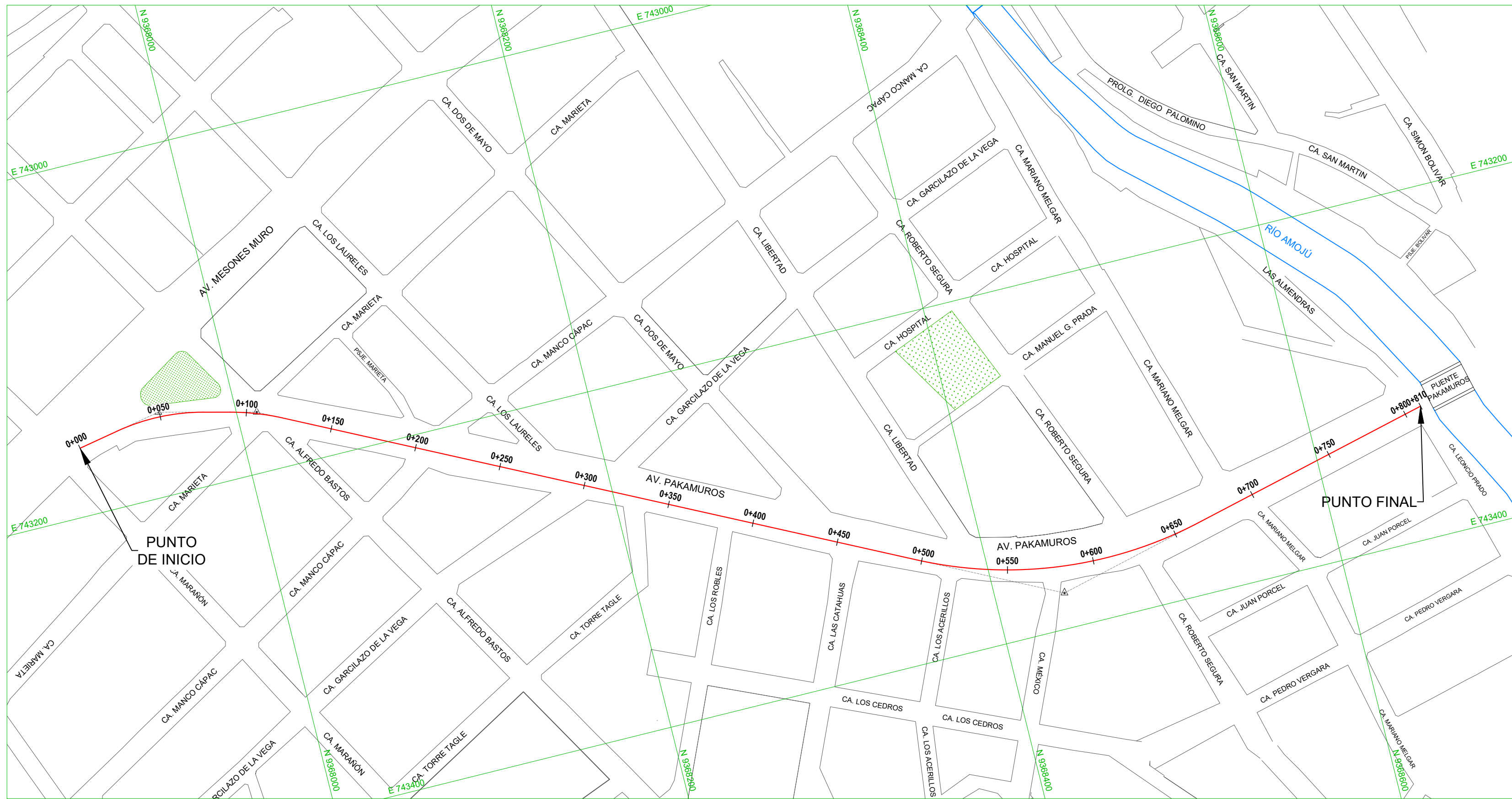
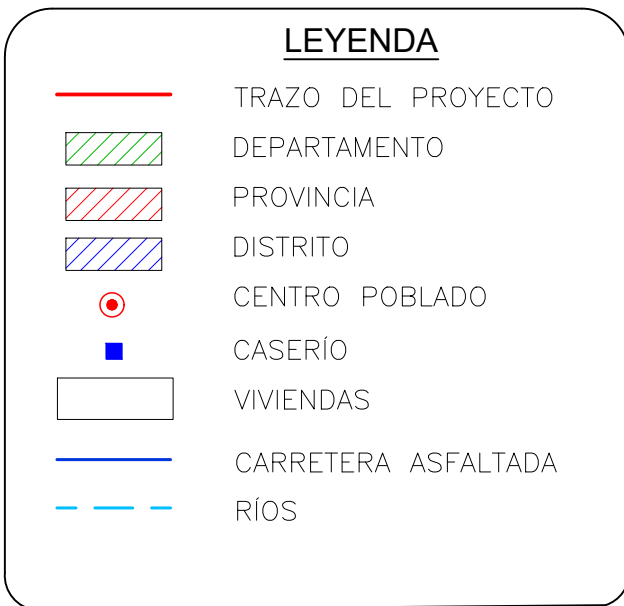
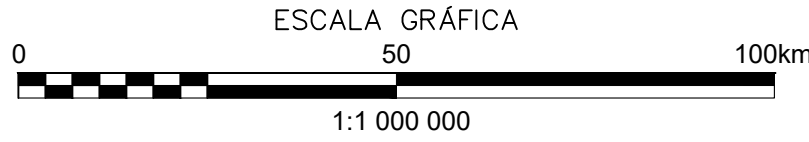
FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MAPA DEPARTAMENTAL DE CAJAMARCA
ESC.: 1/3 000 000

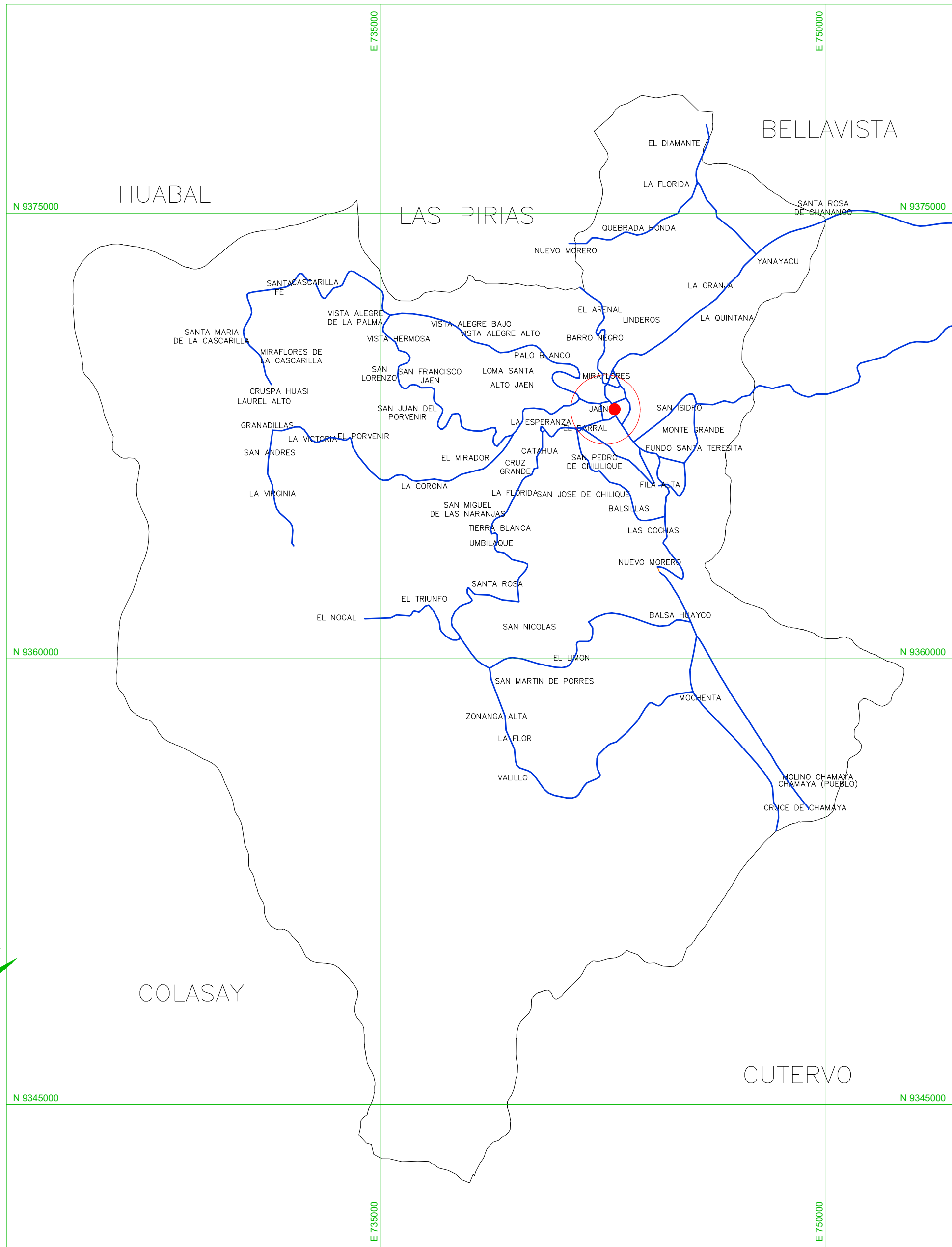
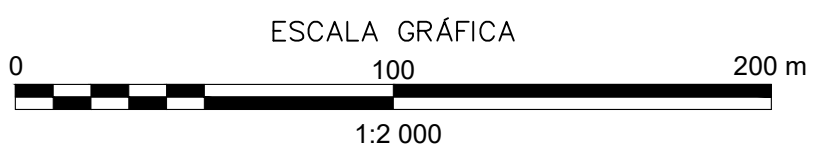


FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MAPA PROVINCIAL DE JAÉN
ESC.: 1/1 000 000

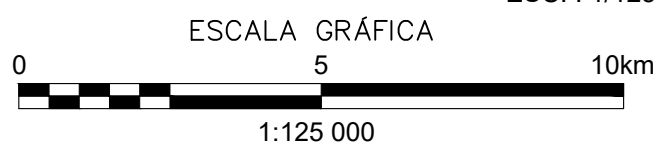


PLANTA TOPOGRÁFICA
ESC.: 1/2 000



FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

MAPA DISTRITAL DE JAÉN
ESC.: 1/125 000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:

“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLIN.”

ASESOR:

M EN I. ING. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

AUTORES:

BACH. JEAN PIER ASSENJO CAJUSOL

REGIÓN : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN

SISTEMA DE PROYECCIÓN GEOGRÁFICA:
UTM

DATUM:
WGS 84

PLANO:

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO - 2025

LÁMINA:

U-01

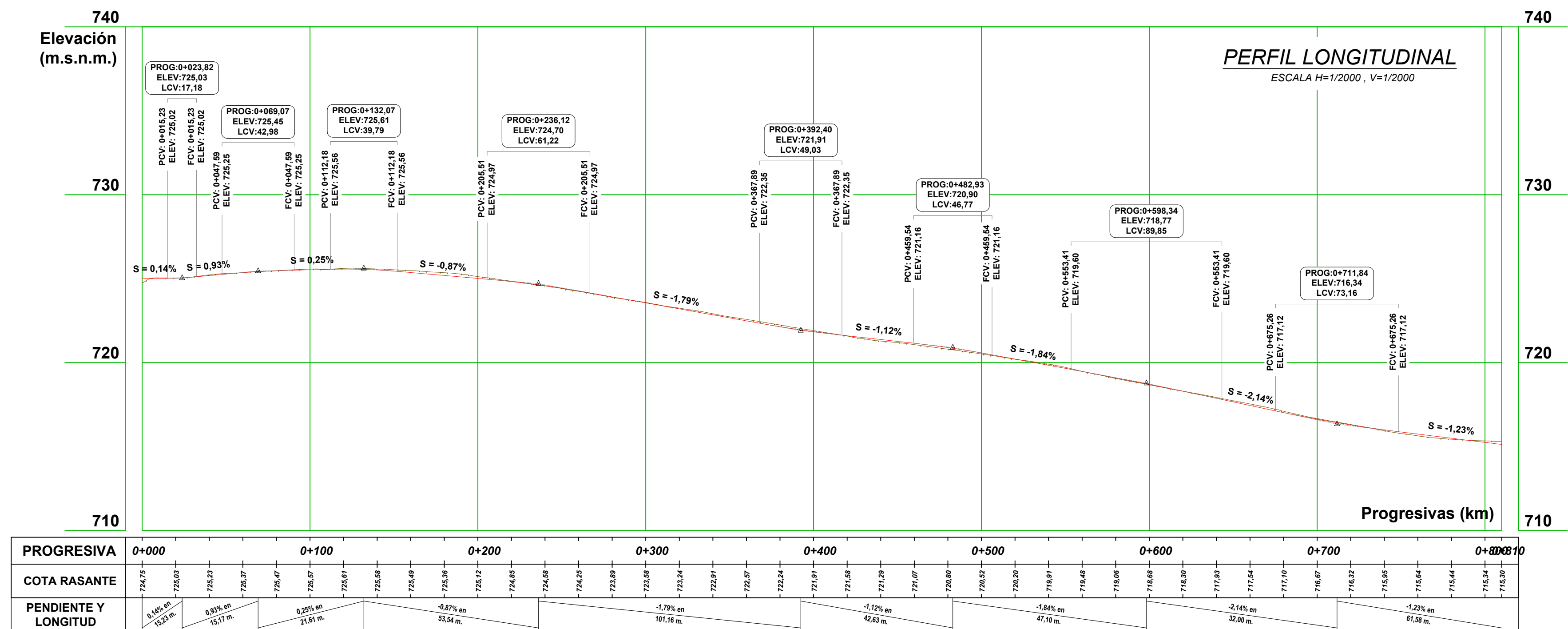
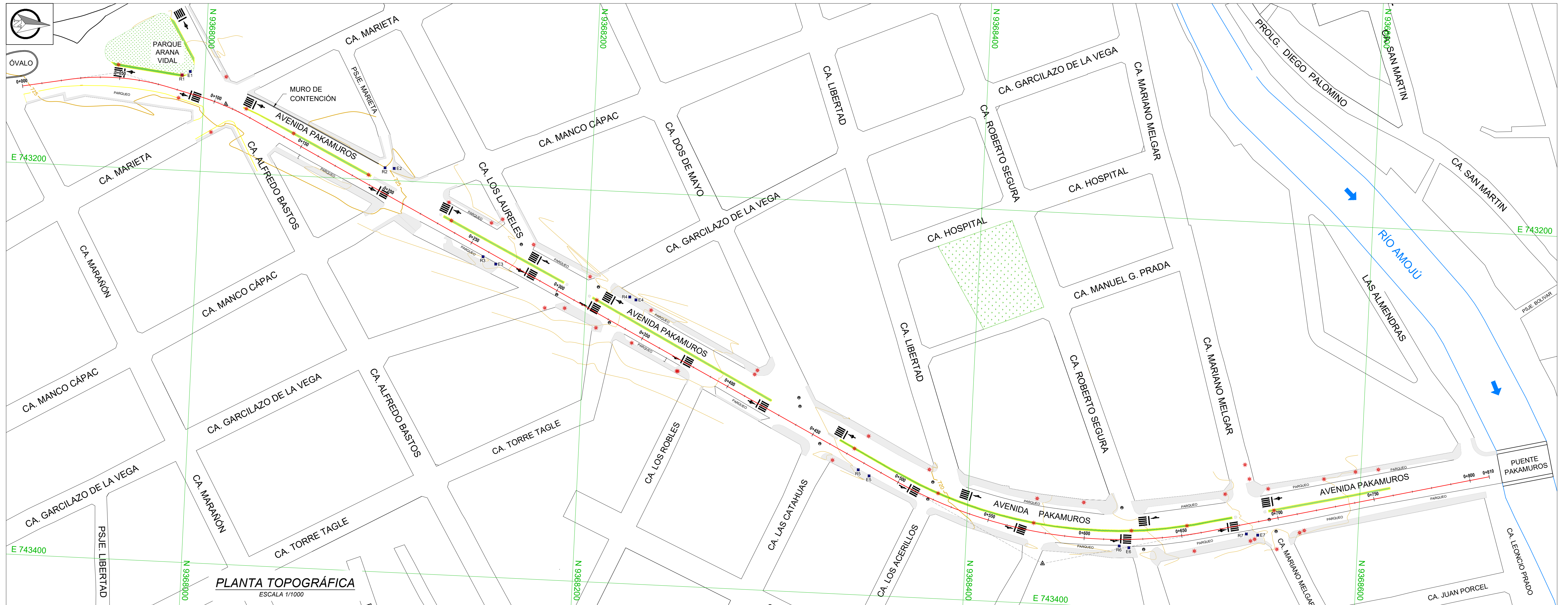


TABLA DE PUNTOS - UTM WGS 84			
PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)
E1	9 367 992,513	743 149,312	726,000
E4	9 368 225,649	743 254,928	723,690
R1	9 367 988,433	743 151,352	725,917
E3	9 368 153,176	743 240,088	724,269
R4	9 368 222,407	743 253,591	723,681
E2	9 368 099,020	743 193,783	725,176
R2	9 368 094,304	743 193,664	725,024
R3	9 368 146,518	743 236,634	724,296
E5	9 368 348,971	743 339,008	720,907
R5	9 368 343,293	743 336,149	720,970
E6	9 368 483,370	743 369,282	718,742
R6	9 368 478,412	743 368,645	718,806
E7	9 368 548,840	743 359,746	717,235
R7	9 368 543,002	743 359,390	717,342

LEYENDA	
	Posición de BM.
	Punto de Intersección.
	Poste de Energía Eléctrica
	Buzón de Red de desagüe
	Eje de A.v Pakamuros
	Veredas
	Jardines / Parques
	Muro de Contención
	Sardinell
	Curvas Maestras
	Curvas Secundarias
	Norte Magnético



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLIN."

ASESOR:

M EN I. ING. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

AUTORES:

BACH. JEAN PIERRE ASSENJO CAJUSOL

REGIÓN : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAEN
DISTRITO : JAEN

SISTEMA DE PROYECCIÓN GEOGRÁFICA:
UTM

DATUM:
WGS 84

PLANO:

PLANTA Y PERFIL
(KM 0+000 - KM 0+800)

ZONA:

17 M

ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO - 2025

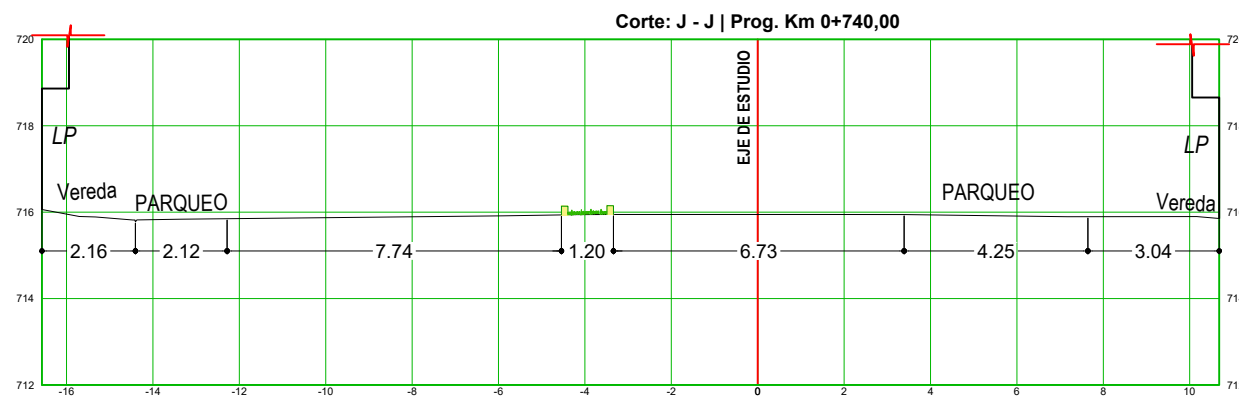
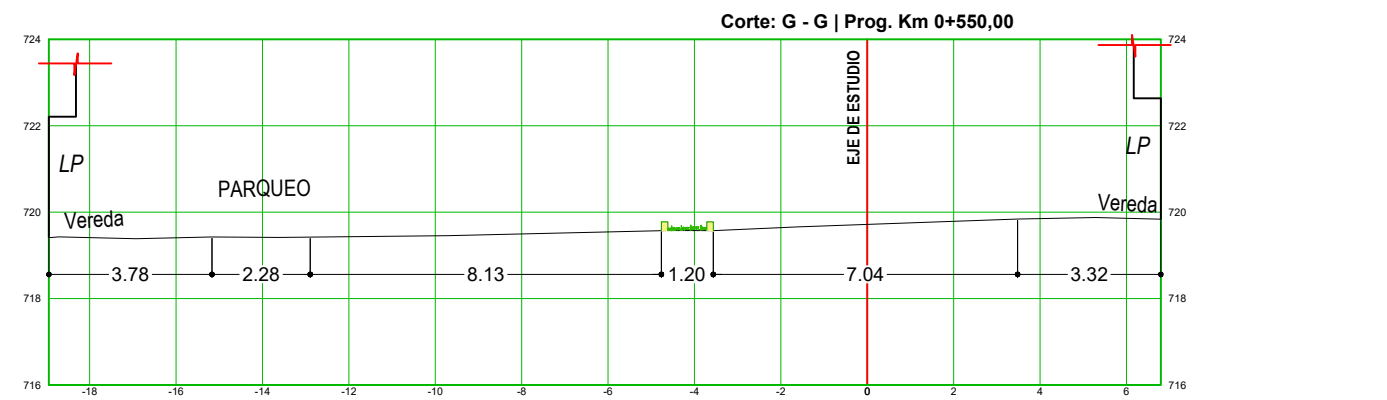
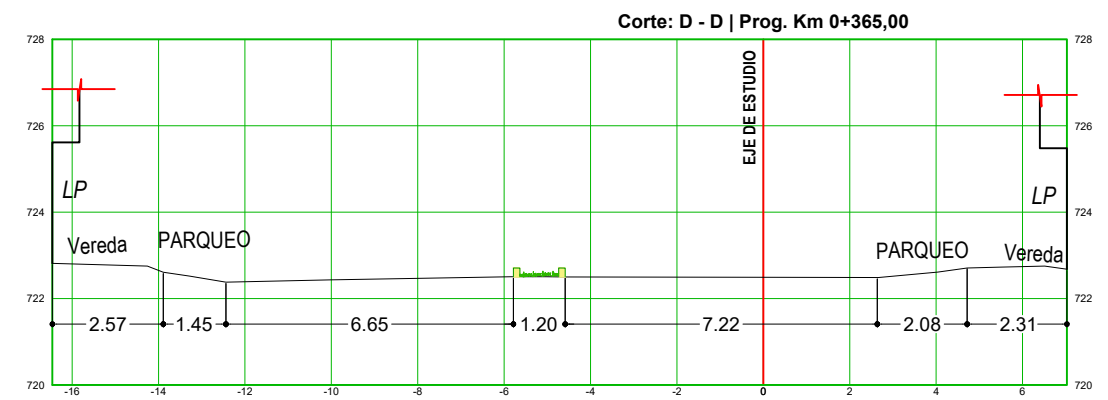
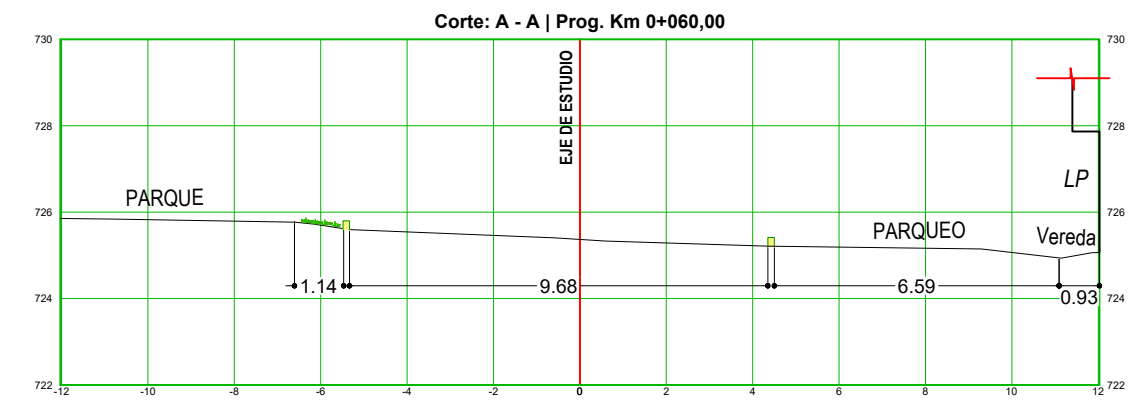
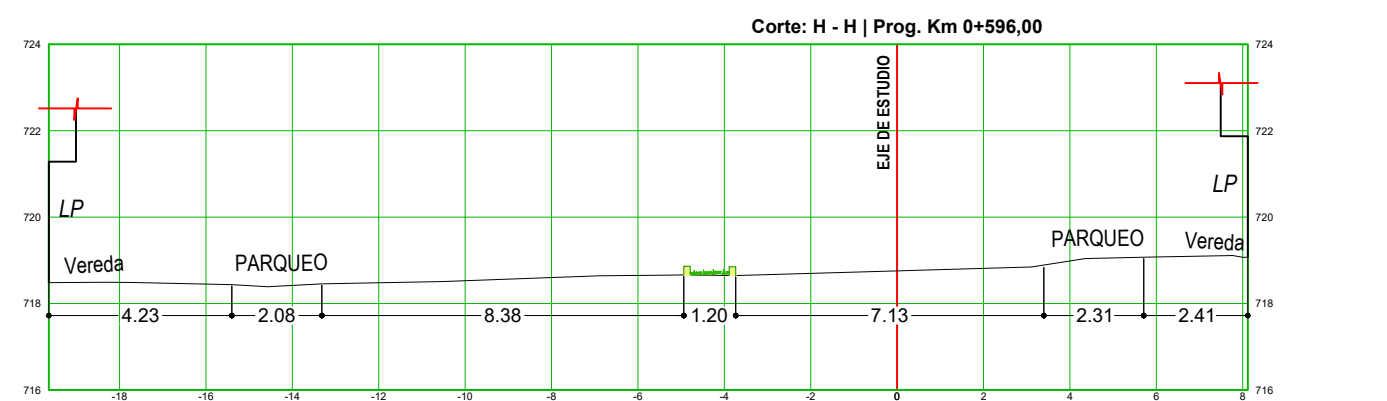
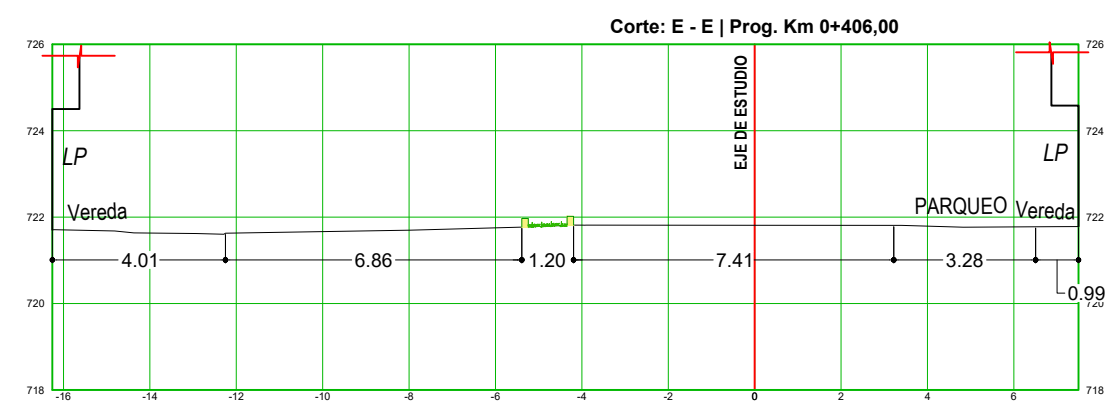
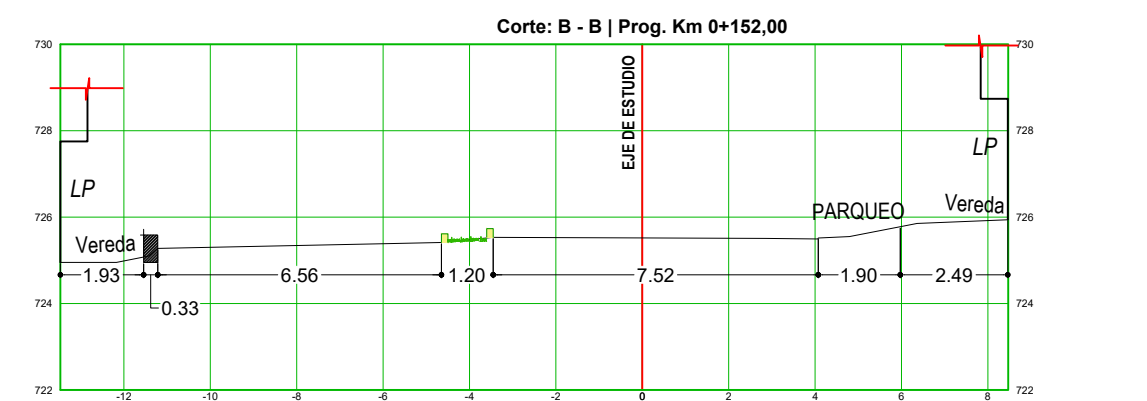
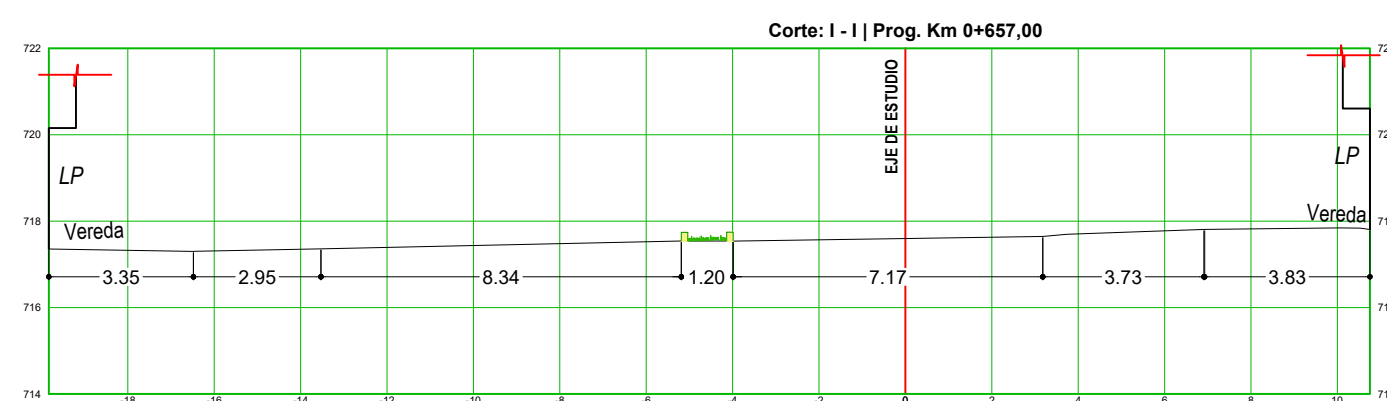
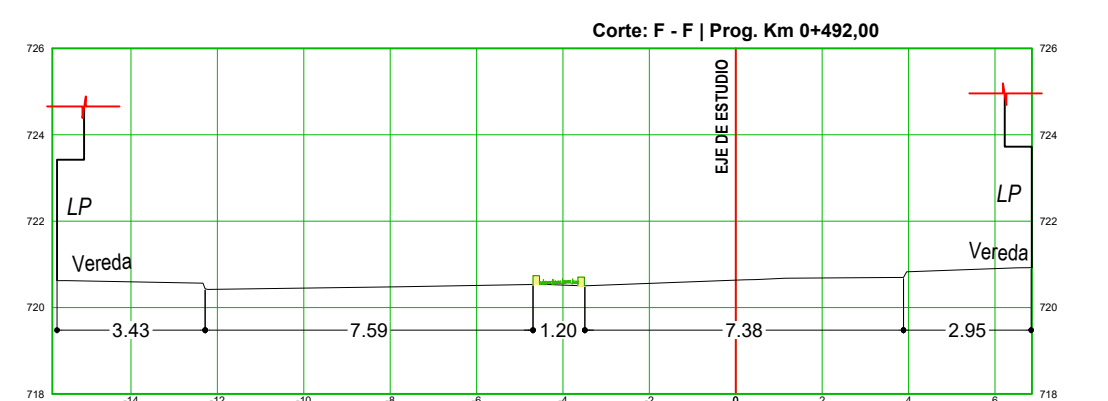
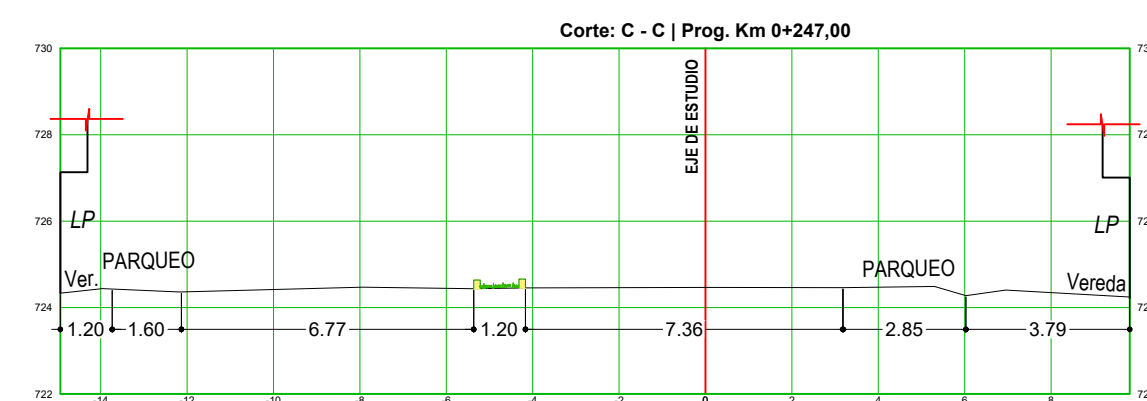
LÁMINA:

PP-01

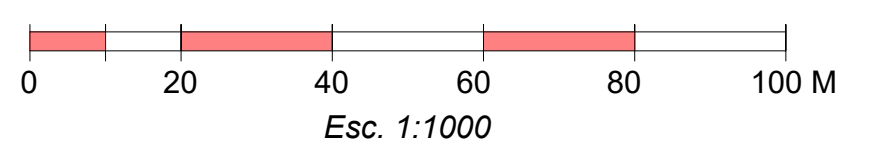


SECCIONES TÍPICAS POR CUADRA

ESCALA 1/175



ESCALA GRÁFICA



LEYENDA

- Posición de B.M.
- Punto de Intersección.
- Poste de Energía Eléctrica
- Buzón de Red de desagüe
- Eje de A.V. Pakamuros
- Veredas
- Jardines / Parques
- Muro de Contención
- Sardinel
- Curvas Maestras
- Curvas Secundarias
- Norte Magnético



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA PAKAMUROS CDRA 01 - LA CDRA 10 CON EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) UTILIZANDO EL RUGOSÍMETRO DE MERLIN."

ASESOR:

M EN I. ING. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

AUTORES:

BACH. JEAN PIERRE ASSENJO CAJUSOL

REGIÓN : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN

SISTEMA DE PROYECCIÓN GEOGRÁFICA:
UTM

DATUM:
WGS 84

PLANO:

SECCIONES TÍPICAS

ZONA:

17 M

ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO - 2025

LÁMINA:

ST-01