

Implementación de equipos de tipo respuesta RTRRMS como propuesta para el desarrollo de metodologías para la gestión del mantenimiento de rutas no pavimentadas por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)

ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Implementación de equipos de tipo respuesta RTRRMS como propuesta para el desarrollo de metodologías para la gestión del mantenimiento de rutas no pavimentadas por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)

Llevado a cabo por el estudiante:

Fernández Mesén Jesús Andrei

Carné: 2018114518

Trabajo Final de Graduación presentado públicamente ante el Tribunal Evaluador el lunes 01 de abril de 2024 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En fe de lo anterior firman los siguientes integrantes del Tribunal evaluador:

 **Tecnológico de Costa Rica**
Firmado digitalmente por JOSE ANDRES ARAYA OBANDO (FIRMA)
Fecha: 2024.04.10 12:01:17 -06'00'

Dr. Ing. José Andrés Araya Obando
Director de la Escuela

LUIS GUSTAVO ROJAS CHACON (FIRMA)
Firmado digitalmente por LUIS GUSTAVO ROJAS CHACON (FIRMA)
Fecha: 2024.04.04 16:04:50 -06'00'

Ing. Luis Gustavo Rojas Chacón, MIV, MAP
Profesor Guía

 **Tecnológico de Costa Rica**
Firmado digitalmente por IRVING JORHANY PIZARRO MARCHENA (FIRMA)
Fecha: 2024.04.04 16:32:18 -06'00'

Dr. Irving Pizarro Marchena
Profesor Lector

MILTON ANTONIO SANDOVAL QUIROS (FIRMA)
Firmado digitalmente por MILTON ANTONIO SANDOVAL QUIROS (FIRMA)
Fecha: 2024.04.02 16:52:42 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós, MBA
Profesor Observador

Resumen

El presente desarrollo académico consistió en la implementación de un sistema RTRMS para el monitoreo periódico del deterioro de vías no pavimentadas, a través del registro del Índice de Regularidad Internacional (IRI) como indicador de condición superficial. Lo anterior atendió a la necesidad de desarrollar metodologías para la gestión del mantenimiento de rutas en condición de superficie expuesta por parte del PRVC II MOPT-BID, ante la inexistencia de mecanismos eficientes y objetivos para evaluar su condición. El objetivo fundamental radicó en la implementación de una propuesta metodológica para la generación de una primera aproximación modelos de predicción de deterioro con base en regularidad superficial. Primeramente, mediante un análisis comparativo de las diferentes metodologías de medición, fue posible validar la idoneidad de los equipos de tipo respuesta para el desarrollo de evaluaciones a nivel de red, con aplicaciones como la valoración de la condición superficial. A partir de esto, se ejecutó la puesta en operación y el desarrollo de una guía para el uso del equipo ARRB Roughometer III, que incluyó un proceso de validación de los resultados obtenidos por el equipo a partir su comparación con los datos recabados mediante un método perfilométrico para un mismo tramo de prueba y bajo las mismas condiciones, que permitió concluir que la precisión y exactitud de los resultados obtenidos son aceptables para la implementación del equipo en el monitoreo del deterioro de rutas no pavimentadas. Posteriormente, se desarrolló una metodología para la evaluación periódica de dos rutas sometidas a diferentes regímenes de mantenimiento, con la finalidad de registrar su deterioro a través del IRI como indicador principal y el URCI como complementario. Durante un espacio de dos meses, se realizaron mediciones bisemanales de estos indicadores en secciones representativas delimitadas de ambas rutas, lo que permitió conocer la tendencia del deterioro superficial dentro de dicho periodo y construir una primera aproximación de curvas de condición. Finalmente, la información recabada permitió concluir que la tendencia de detrimento de este tipo de vías puede alejarse drásticamente del comportamiento esperado a nivel teórico, especialmente al evaluar indicadores de deterioro en intervalos menores a un mes entre mediciones. Lo anterior se evidenció en oscilaciones de la curva de condición exhibida por las vías estudiadas, a causa de la variación de la magnitud y cobertura de los deterioros típicos de estos caminos, producto de las características de los materiales que componen la superficie de ruedo y su interacción con factores ambientales y externos.

Palabras clave: Índice de Regularidad Internacional (IRI), índice de condición de caminos no pavimentados (URCI), modelos de deterioro, equipos de tipo respuesta (RTRMS), perfil longitudinal, vías no pavimentadas, gestión de mantenimiento vial.

Abstract

The current academic development consisted of the implementation of a RTRRMS system for the monitoring of the deterioration of unpaved roads, through the registration of the International Roughness Index (IRI) as an indicator of surface condition. The above addressed the need to develop methodologies for the management of route maintenance in exposed surface conditions by the PRVC II MOPT-BID, given the lack of efficient and objective mechanisms to evaluate their condition. The main objective was the implementation of a methodological proposal for the generation of a first approximation of deterioration prediction models based on surface roughness. Firstly, through a comparative analysis of the different measurement methodologies, it was possible to validate the suitability of the response type equipment for the development of road network evaluations, with applications such as the assessment of the surface condition. From this, the commissioning and development of a guide for the use of the ARRB Roughometer III equipment was carried out, which included a validation process of the results obtained by the equipment from their comparison with the data collected using a profilometric method for the same test section and under the same conditions, which allowed us to conclude that the precision and accuracy of the results obtained are acceptable for the implementation of the equipment in monitoring the deterioration of unpaved routes. Subsequently, a methodology was developed for the periodic evaluation of two unpaved routes subjected to different maintenance schemes, with the purpose of recording their deterioration through the IRI as the main indicator and the URCI as a complementary one. During a period of two months, biweekly measurements of these indicators were carried out in representative sections of both routes, which made it possible to know the trend of surface deterioration within said period and to construct a first approximation of condition curves. Finally, the information collected allowed us to conclude that the trend of detriment of this type of roads can drastically deviate from the expected behavior at a theoretical level, especially when evaluating indicators of deterioration at intervals of less than one month between measurements. The above was evidenced in oscillations of the condition curve exhibited by the roads studied, due to the variation in the magnitude and coverage of the typical deteriorations of these roads, because of the characteristics of the materials that make up the road surface and their interaction with environmental and external factors.

Keywords: International Roughness Index (IRI), Unsurfaced Road Condition Index (URCI), deteriorating prediction models, Response Type Road Roughness Measuring System (RTRRMS), longitudinal profile, unsurfaced roads, road maintenance management.

Implementación de equipos de tipo respuesta RTRRMS como propuesta para el desarrollo de metodologías para la gestión del mantenimiento de rutas no pavimentadas por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)

JESÚS ANDREI FERNÁNDEZ MESÉN

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Febrero de 2024

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Glosario	v
Resumen ejecutivo.....	vii
Introducción.....	10
Objetivos.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
Alcance y limitaciones	14
Agradecimientos.....	16
Capítulo 1. Marco teórico.....	17
1.1. Índice de Regularidad Internacional	17
1.1.1. Definición.....	17
1.1.2. Origen.....	18
1.1.3. Principios del cálculo del IRI	19
1.1.4. Factores que inciden sobre la regularidad superficial en caminos	21
1.1.5. Métodos y equipos para medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI)	21
1.1.5.1. Clase I	22
1.1.5.2. Clase II	22
1.1.5.3. Clase III	23
1.1.5.4. Clase IV	24
1.1.6. Consideraciones generales para la medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI)	25
1.1.6.1. Longitud de tramos e intervalos de procesamiento	25
1.1.6.2. Tramos homogéneos	27
1.1.6.3. Singularidades.....	27
1.2. Equipo Clase III: ARRB Group Roughometer III.....	28
1.2.1. Componentes	29
1.2.2. Aplicaciones y campo de uso.....	30
1.3. Vías no pavimentadas o en condición de superficie expuesta	30
1.3.1. Definición.....	30
1.3.2. Tipos de vías no pavimentadas o en condición de superficie expuesta.....	31
1.3.3. Ciclo de vida de los caminos.....	32

1.3.3.1.	Diferencias entre el ciclo de vida de rutas pavimentadas y no pavimentadas	34
1.4.	Índice de condición de caminos no pavimentados	34
1.4.1.	Tipos de deterioros y niveles de severidad en caminos no pavimentados de acuerdo con la metodología URCI	36
1.4.1.1.	Sección transversal inadecuada	36
1.4.1.2.	Drenaje lateral inadecuado	36
1.4.1.3.	Corrugaciones	36
1.4.1.4.	Contenido de polvo en el aire	37
1.4.1.5.	Baches	37
1.4.1.6.	Roderos	37
1.4.1.7.	Agregado suelto	38
1.4.1.8.	Niveles de severidad de los deterioros	38
1.5.	Programa Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.....	40
1.5.1.	Objetivos del programa	41
1.6.	Modelos de predicción de deterioro	41
1.6.1.	Descripción.....	41
1.6.2.	Modelos por regularidad IRI	42
1.6.3.	Calibración de modelos de deterioro	42
Capítulo 2.	Marco metodológico	44
2.1.	Clasificación de la investigación	44
2.1.1.	Enfoque de la investigación	44
2.1.2.	Propósito de la investigación	45
2.1.3.	Forma de recolección de la información	46
2.2.	Definición de categorías y variables	46
2.3.	Sujetos de investigación o estudio.....	49
2.4.	Fuentes de información.....	52
2.4.1.	Fuentes primarias.....	53
2.4.2.	Fuentes secundarias	53
2.5.	Sujetos de información.....	54
2.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información	55
2.6.1.	Revisión documental.....	56
2.6.2.	Observación	57
2.6.3.	Indicadores de condición de rutas no pavimentadas.....	57
2.6.3.1.	Evaluaciones de Índice de Regularidad Internacional (IRI).....	58
2.6.3.2.	Evaluaciones de índice de condición de caminos no pavimentados (URCI)	59
2.7.	Análisis y procesamiento de la información.....	60
Capítulo 3:	Resultados.....	65

3.1.	Objetivo específico 1 (OE1)	65
3.1.1.	Caracterización de los métodos de medición de IRI	65
3.1.2.	IRI como indicador de condición de vías no pavimentadas	67
3.2.	Objetivo específico 2 (OE2)	76
3.2.1.	Puesta en operación del ARRB Roughometer III	76
3.2.2.	Guía de uso e instalación del ARRB Roughometer III	80
3.2.2.1.	Formato de informes de resultados	82
3.2.3.	Validación de resultados del ARRB Roughometer III	85
3.3.	Objetivo específico 3 (OE3)	91
3.3.1.	Caracterización de materiales	91
3.3.2.	Caracterización del tránsito	97
3.3.3.	Caracterización climática	98
3.3.4.	Registro de Índices de Regularidad Internacional	103
3.3.5.	Registro de índice de condición de caminos no pavimentados (URCI)	110
3.4.	Objetivo específico 4 (OE4)	119
3.4.1.	Correlación IRI – URCI	119
3.4.2.	Aproximación de curvas de deterioro	121
Capítulo 4.	Análisis de resultados	125
4.1.	Objetivo específico 1 (OE1)	125
4.2.	Objetivo específico 2 (OE2)	127
4.3.	Objetivo específico 3 (OE3)	137
4.4.	Objetivo específico 4 (OE4)	144
Conclusiones y recomendaciones	.....	150
Conclusiones	.....	150
Recomendaciones	.....	153
Referencias	.....	155
Apéndices	.....	159
Apéndice 1.	.....	160
Apéndice 2.	.....	219
Apéndice 3.	.....	246
Apéndice 4.	.....	249
Apéndice 5.	.....	254
Apéndice 6.	.....	365
Apéndice 7.	.....	394
Apéndice 8.	.....	411
Anexos	.....	413
Anexo 1.	.....	414

Anexo 2.	448
Anexo 3.	465
Anexo 4.	468
Anexo 5.	491
Anexo 6.	492

Glosario

La presente sección constituye un catálogo de palabras, abreviaturas y siglas utilizadas a lo largo del presente documento, como recurso de referencia para sus lectores. De tal forma, para cada uno de los elementos del glosario se presenta su definición, descripción o traducción, para su consulta previo o durante la lectura del documento.

- AASHTO: Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales (AASHTO por sus siglas en inglés “American Association of State Highway and Transportation Officials”).
- ARS: Pendiente Promedio Rectificada (ARS por sus siglas en inglés “Average Rectified Slope”).
- ASTM: Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés “American Society for Testing and Materials”).
- BID: Banco Interamericano de Desarrollo.
- DMI: Odómetro (DMI por sus siglas en inglés “Distance Measurement Instrument”).
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés “Global Positioning System”).
- IRI: Índice de Regularidad Internacional (IRI por sus siglas en inglés “International Roughness Index”).
- IRRE: Experimento Internacional de Regularidad de Carreteras (IRRE por sus siglas en inglés “International Road Roughness Experiment”).
- LANAMME: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.
- Lead in distance: Distancia de entrada permite que el algoritmo de procesamiento de datos de regularidad prepare el filtrado numérico con algunos datos históricos recabados previo a la primera sección de interés.
- MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- NAASRA: Índice de regularidad estándar de la Asociación Nacional de Autoridades Viales del Estado Australiano (NAASRA por sus siglas en inglés “National Association of Australian State Road Authorities”).
- PCI: Índice de Condición de Pavimentos (PCI por sus siglas en inglés “Pavement Condition Index”).
- PRVC: Programa Red Vial Cantonal.
- QSC: Simulación de cuarto de coche (QCS por sus siglas en inglés “Quarter Car Simulation”).
- RARS: Pendiente Promedio Rectificada de Referencia (RARS por sus siglas en inglés “Reference Average Rectified Slope”).

- RARS80: Parámetro estandarizado que indica una medida de pendiente promedio rectificadora (ARS) de un instrumento de referencia (R) a una velocidad de 80 km/h.
- RTRRMS: Sistemas de Medición de Regularidad de Tipo Respuesta (RTRRMS por sus siglas en inglés “Response Type Road Roughness Measuring System”).
- RN: Ruta Nacional.
- RVC: Red Vial Cantonal.
- RVN: Red Vial Nacional.
- TPD: Tráfico Promedio Diario.
- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.
- URCI: Índice de Condición de Caminos no pavimentados (URCI por sus siglas en inglés “Unsurfaced Road Condition Index”).

Resumen ejecutivo

El Programa Red Vial Cantonal (PRVC) surge de la cooperación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) con la República de Costa Rica para el financiamiento de proyectos de inversión concentrados en el mejoramiento de la Red Vial Cantonal (RVC), con el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) como órgano ejecutor. Actualmente, se desarrolla la segunda etapa de este convenio de cooperación (PRVC II MOPT-DIB), en la cual se ha priorizado el desarrollo de programas de gestión del mantenimiento de rutas no pavimentadas, que permitan realizar intervenciones oportunas para maximizar la vida útil de estas vías, a través de labores de preservación.

La inexistencia de mecanismos objetivos para la evaluación de estas rutas representa una de las principales limitantes para identificar los momentos oportunos para realizar labores de conservación o mantenimiento, por lo que típicamente las vías no pavimentadas experimentan este tipo de intervenciones hasta que presentan condiciones de deterioro elevadas. La intervención tardía de estas rutas compromete el confort y la seguridad de los usuarios, además de que representa un empleo ineficiente de los recursos, pues las labores de mejoramiento o reconstrucción en este punto del ciclo de vida de los caminos suponen una mayor inversión que la necesaria para llevar a cabo labores de conservación que permitan mantener y extender un adecuado nivel de servicio de las vías.

Como respuesta a la necesidad del PRVC II MOPT-BID, se desarrolló a nivel académico, la propuesta de implementación de equipos de tipo respuesta (RTRRMS) para el monitoreo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) como indicador de condición superficial en vías no pavimentadas, en colaboración con el Laboratorio de Materiales del MOPT, departamento adscrito a la Subdirección General de Geotecnia y Materiales, de la División de Obras Públicas. Este proyecto corresponde entonces a un plan piloto para la generación de modelos de predicción de deterioro de rutas en condición de superficie expuesta, con base en la regularidad superficial.

Cabe destacar que este proyecto de investigación atiende un propósito de sostenibilidad que se refleja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas de cara al año 2030. El desarrollo de insumos para la generación e implementación de sistemas de gestión vial en el país responde primordialmente al noveno Objetivo de Desarrollo Sostenible, que consiste en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible. En este sentido, la finalidad del proyecto académico se alinea con algunas de las metas contempladas dentro de este objetivo, como el desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad para apoyar el desarrollo económico y

el bienestar humano, además del modernizar la infraestructura y utilizar los recursos con mayor eficacia, señaladas por Instituto Tecnológico de Costa Rica (2022) como fines que persigue este ODS.

Atender el objetivo planteado en el proyecto supuso diversas etapas, las cuales abarcaron desde la selección, puesta en operación y validación de resultados de un equipo de medición de IRI, hasta el desarrollo de una metodología de monitoreo de rutas no pavimentadas para la construcción de una primera aproximación de curvas de deterioro, las cuales se generaron a partir de los registros de IRI recabados durante cerca de dos meses para dos rutas cantonales seleccionadas en Oreamuno, Cartago.

Inicialmente, a partir de una revisión documental, desarrollada en torno a las diferentes metodologías de medición de IRI y sus principales características, se valoró la idoneidad de las diferentes alternativas para el monitoreo de la regularidad superficial en rutas no pavimentadas a través del proyecto. Así, mediante la evaluación integral de las metodologías en una matriz de comparativa, se concluyó que los equipos de tipo respuesta agrupados bajo los métodos de medición de Clase III representan la alternativa de mayor viabilidad para el desarrollo de evaluaciones de regularidad a nivel de red, con aplicaciones como la valoración del estado de carreteras implementando el IRI como indicador de condición superficial. En este contexto, los equipos Clase III ofrecen los mayores beneficios en términos de velocidad de ejecución de las evaluaciones, costo económico inicial y de mantenimiento, complejidad operativa y, no menos importante, disponibilidad de los recursos necesarios para ser ejecutados. Con base en lo anterior, el Laboratorio de Materiales del MOPT designó el equipo ARRB Roughometer III para las evaluaciones de IRI necesarias a través del proyecto.

A partir de este punto, se buscó primero establecer el estatus funcional del equipo ARRB Roughometer III, ya que este se encontraba en desuso. A partir de una serie de verificaciones, pruebas de medición y un proceso de análisis de su grado de presión y exactitud, se corroboró su correcto funcionamiento, alcanzando satisfactoriamente la puesta en operación del dispositivo para efectos del monitoreo de rutas pertenecientes a la Red Vial Cantonal a beneficio del PRVC II MOPT-BID. Paralelamente, se desarrollaron insumos instructivos para facilitar la capacitación del personal en la operación del equipo posterior a la culminación del proyecto, los cuales podrán ser aprovechados por Laboratorio de Materiales del MOPT para dar continuidad a esta iniciativa y contribuir a la eventual creación de un sistema de gestión de rutas no pavimentadas.

El monitoreo de la tendencia de comportamiento del IRI se llevó a cabo en dos rutas de lastre ubicadas en el cantón de Oreamuno, identificadas como Calle El Cerro y Calle Jaules, por un periodo de 63 y 56 días respectivamente. Para tal fin, se evaluó el IRI como indicador principal de condición y el URCl como un complemento para validar la tendencia de las condiciones de deterioro exhibidas a través del IRI. Un análisis de correlación de los resultados registrados arrojó que existe una relación inversamente proporcional entre el IRI y el índice de condición de vías no pavimentadas URCl, reflejada en un índice de correlación de -0,908 entre ambas variables.

A partir de los registros recabados con una periodicidad máxima de 15 días, se construyeron tres gráficas, que constituyen una primera aproximación de curvas de deterioro.

Al analizar el comportamiento reflejado en las curvas para la condición de las vías a través del tiempo, se logró concluir que la tendencia de detrimento de vías en estado de superficie expuesta puede alejarse drásticamente del comportamiento esperado a nivel teórico, el cual típicamente corresponde a una curva de condición con una tendencia decreciente predominante, que se refleja en el caso del IRI como indicador de deterioro, en aumento paulatino de este índice. Las características de los materiales que componen la superficie de las vías no pavimentadas, posibilitan que ante la interacción de la superficie de ruedo con factores ambientales como la lluvia y el viento, y otros factores externos como el tránsito de los vehículos, se generen variaciones en la cobertura y magnitud de los deterioros típicos de estos caminos; como baches, depresiones y huellas, que reflejan aumentos y disminuciones en la regularidad de la vía y, por consiguiente, en la condición de deterioro determinada a partir del IRI.

Introducción

El Proyecto de Graduación presentado a continuación se desarrolla para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica (MOPT), específicamente para el Laboratorio de Materiales, departamento que forma parte de la Subdirección General de Geotecnia y Materiales, de la División de Obras Públicas. Este desarrollo académico surge en atención a las necesidades presentadas por el Segundo Programa Red Vial Cantonal (PRVC II) MOPT-BID para la gestión del mantenimiento de rutas en condición de superficie expuesta.

En Costa Rica, las rutas con superficie expuesta o no pavimentadas hacen parte tanto de la Red Vial Nacional (RVN) como de la Red Vial Cantonal (RVC). Pese a lo anterior, la mayoría de estas vías no se contemplan dentro de programas de gestión de mantenimiento que permitan realizar intervenciones de forma eficiente y efectiva, maximizando su vida útil a través de labores de preservación. Esta deficiencia en la gestión del deterioro de las rutas en condición de superficie expuesta deriva principalmente, a nivel técnico, de la carencia de mecanismos objetivos y eficientes para valorar la condición de la red vial no pavimentada, problemática que se busca solventar a través del presente desarrollo académico. La inexistencia de mecanismos objetivos para la evaluación de las rutas no pavimentadas dificulta identificar los momentos oportunos para realizar labores de conservación o mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida, por lo que típicamente las vías no pavimentadas experimentan este tipo de obras hasta que presentan condiciones de deterioro elevadas, que comprometen el confort de los usuarios e incluso pueden poner en peligro su seguridad. Aunado a lo anterior, la intervención tardía de las rutas en condición de superficie expuesta representa una inversión ineficiente de los recursos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, así como de los diferentes Gobiernos Municipales del país, en el caso de la RVC. La priorización de labores de conservación y mantenimiento durante la etapa inicial y media de su vida útil, cuyo costo es menor a las intervenciones mayores como la reconstrucción de una vía o secciones de esta, permitiría prolongar una adecuada condición de servicio de la vía y extender al máximo su ciclo de vida.

El impacto generado por la carencia de mecanismos de evaluación eficientes sobre la gestión del mantenimiento de rutas no pavimentadas, tanto a nivel social como económico, justifica la necesidad de generar insumos para la creación de un sistema de gestión de rutas en condición de superficie expuesta, así como planes de mantenimiento orientados a estas vías. Ante esto, se presenta el proyecto de implementación de equipos de tipo respuesta (RTRRMS) para el monitoreo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) como indicador de condición superficial en vías no pavimentadas, registrando de esta forma la tendencia de deterioro evidenciada en diferentes etapas del ciclo de vida de las rutas evaluadas. Con esto, se plantea el desarrollo de

curvas de deterioro o modelos de predicción de condición, que permitan estimar la tendencia de menoscabo de la calidad de las vías e identificar los puntos de su ciclo de vida donde se deban realizar operaciones de mantenimiento para extender su condición de servicio.

La implementación de sistemas RTRRMS para la medición del Índice de Regularidad Internacional (IRI) ha sido abordada por múltiples autores en diferentes latitudes, dado el amplio uso de estos métodos de evaluación de regularidad a causa de su versatilidad, rapidez de medición, sencillez de operación y bajo costo. En El Salvador, Rodríguez et al. (2019) implementaron una metodología para la medición del IRI en pavimentos flexibles y rígidos a partir de un equipo desarrollado con base en el MERLIN (MACHINE EVALUATING ROUGHNESS USING LOW COST INSTRUMENTATION). Las evaluaciones desarrolladas con el equipo basado en el MERLIN permitieron determinar los deterioros y daños existentes en las estructuras de pavimento sujetas a estudio, pertenecientes a la carretera CA12. De manera que, como mencionan Rodríguez et al. (2019, p.118), esto permitió “establecer un diagnóstico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos homogéneos en que puede dividirse la carretera en estudio”. Por su parte, Contreras (2000) aborda el desarrollo de una evaluación superficial de la estructura de pavimento de la Ruta Panamericana Sur en Perú, implementando el IRI como indicador de calidad que refleja la condición de la vía en función de su grado de regularidad. Dicha evaluación permitió obtener índices de serviciabilidad a partir del IRI determinado a través de ARAN (Automatic Road Analyzer), los cuales facilitaron definir índices de prioridad “que permite establecer una escala jerárquica de una red vial con el objetivo de programar científicamente decisiones en función del estado de la carretera misma y de su utilización” (Contreras, 2020, p. 220). Con esto, según menciona el autor, se consigue definir el tipo de intervención, el periodo y la frecuencia de ejecución para mantener condiciones de servicio óptimo en la ruta.

Por su parte, la gestión de infraestructura vial ha sido atendida por diversos autores a nivel nacional e internacional. Parte de ellos exponen los modelos de deterioro como una herramienta para solventar las deficiencias en la atención del mantenimiento y la intervención de carreteras y caminos, considerando la capacidad que poseen para contribuir a la predicción de la evolución del estado de la superficie de rodamiento en el tiempo. En Costa Rica, Picado (2016) expone el desarrollo de curvas de deterioro para pavimentos flexibles ante la falta de información y mecanismos para estudiar el deterioro de las vías por parte de las Unidades Técnicas de Gestión Vial Municipal. Este estudio recurre a auscultaciones visuales para el cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI) mediante la metodología ASTM D-6433, para generar las curvas de deterioro. De tal forma, estos modelos de predicción del deterioro permiten que “los encargados de la planificación en las Unidades Técnicas puedan definir el tipo y tiempo óptimo de las intervenciones requeridas, así como una adecuada administración de los recursos” (Picado, 2016). También a nivel nacional, Vargas & Ulate (2014) proponen la evaluación de caminos no pavimentados por medio de rugosímetro, para la obtención del Índice de Regularidad Internacional (IRI) como indicador del estado o condición de funcionalidad de la vía, de forma que sea posible determinar las eventuales medidas de intervención para los caminos evaluados. A

nivel internacional, Gutiérrez (2017) propone la implementación de modelos de deterioro por regularidad (IRI) y por pérdida de material por espesor de grava, como parte de su propuesta para la gestión de carreteras no pavimentadas. Atendiendo estos a la premisa de que el ciclo de vida de caminos no pavimentados exige una mayor atención que el de rutas pavimentadas, considerando que las acciones de conservación deben de planificarse para periodos menores, de forma que, como señala Gutiérrez (2017), no se permita un deterioro excesivo o la destrucción de la estructura conformada para los caminos con superficie expuesta.

Cabe destacar que este proyecto de investigación atiende un propósito de sostenibilidad que se refleja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas de cara al año 2030. El desarrollo de insumos para la generación e implementación de sistemas de gestión vial en el país, tal y como se propone con los modelos o curvas de deterioro para la gestión eficiente de las intervenciones sobre rutas no pavimentadas, responde primordialmente al noveno Objetivo de Desarrollo Sostenible, que consiste en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible. En este sentido, la finalidad del proyecto académico se alinea con algunas de las metas contempladas dentro de este objetivo, pues como lo expone el Instituto Tecnológico de Costa Rica (2022), el desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, además del modernizar la infraestructura y utilizar los recursos con mayor eficacia, son fines que persigue este ODS.

Objetivos

Objetivo general

Implementar una propuesta metodológica para la generación de modelos preliminares de predicción de deterioro de rutas no pavimentadas a través de la medición de Índices de Regularidad Internacional (IRI) con equipos RTRRMS, para el estudio de condiciones de preservación y mantenimiento de vías con superficie expuesta dentro del programa MOPT-BID PRVC – II.

Objetivos específicos

1. Comparar los diferentes métodos establecidos para la medición del Índice de Regularidad Internacional (IRI) contrastando sus niveles de complejidad, grados de precisión y repetitividad de acuerdo con la literatura, para la verificación de la competencia de los equipos tipo respuesta (RTRRMS) en implementación del IRI como indicador de la condición deterioro de vías no pavimentadas.
2. Evaluar la condición a nivel operativo del dispositivo RTRRMS Roughometer III mediante el estudio de la precisión y exactitud de sus resultados de Índice de Regularidad Internacional (IRI) bajo condiciones de prueba, con el fin de la validación de su puesta en funcionamiento para la evaluación de parámetros de regularidad y documentación del deterioro vial de rutas no pavimentadas.
3. Registrar el deterioro superficial de dos rutas no pavimentadas recién atendidas, cada una bajo un distinto régimen de mantenimiento, mediante la evaluación periódica del Índice de Regularidad Internacional (IRI) utilizando el RTRRMS Roughometer III y del URCI como indicador complementario de condición, para la comparación del detrimento de ambas vías durante la época lluviosa en Costa Rica.
4. Generar una primera aproximación de curvas de deterioro a partir de la información registrada para las dos rutas en estudio, considerando las condiciones geotécnicas, climáticas, de tránsito y topográficas inherentes a cada una y su influencia sobre el detrimento de las condiciones de las vías, como insumo piloto para el futuro desarrollo de modelos de predicción del desempeño en rutas con superficie expuesta por parte del MOPT.

Alcance y limitaciones

A través de este Proyecto de Graduación, se desplegó una propuesta metodológica para la generación de una de modelos preliminares de predicción de condición en rutas no pavimentadas, mediante el desarrollo en una primera etapa de una metodología de uso y la puesta en operación del equipo de tipo respuesta ARRB Roughometer III, para, posteriormente, implementar estos insumos en la evaluación periódica de dos rutas no pavimentadas, a partir de cuyos registros se generó una primera aproximación de curvas de deterioro.

La puesta en operación del dispositivo RTRRMS supuso una primera fase de estudio del funcionamiento del equipo, que comprendió desde la verificación funcional de sus componentes hasta el desarrollo de una guía de uso para la medición de IRI, para finalmente culminar con una validación de sus resultados. La validación supuso un proceso de estudio de los resultados obtenidos por el equipo RTRRMS en un tramo de prueba y bajo condiciones controladas. En primera instancia, se contrastaron los resultados obtenidos por el equipo para mediciones sucesivas de regularidad, con lo que se consiguió validar la precisión de sus resultados. Por otro lado, la información recabada por el equipo RTRRMS se comparó con los resultados obtenidos por un equipo de mayor precisión, en este caso un perfilómetro inercial láser, para el estudio de su exactitud.

La evaluación del deterioro de las vías seleccionadas exigió realizar mediciones periódicas, establecidas con un máximo 15 días entre visitas en consideración del periodo disponible para la realización del proyecto, para las cuales se registraron el IRI y el URCl como indicadores de condición. El ausculto de estos dos parámetros para el registro del deterioro de las vías durante el periodo de estudio, facultó cotejar la tendencia de detrimento de la condición superficial exhibida en los resultados obtenidos para ambos índices. Lo anterior permitió demostrar la eficacia y potencial del IRI como indicador indirecto de la condición superficial de vías en condición de superficie expuesta, al cuantificar su correlación con un indicador directo de condición como lo es el URCl.

Aunado al registro periódico de los indicadores de condición, la evaluación de las vías no pavimentadas seleccionadas para el desarrollo del proyecto comprendió adicionalmente dentro de su alcance la ejecución de conteos vehiculares para la definición de las condiciones de circulación, la obtención de muestras del sitio para caracterizar tanto el material granular como la subrasante y el desarrollo de ensayos de laboratorio para estudiar las propiedades de las capas existentes, contemplando la injerencia que tendrían estos factores sobre el deterioro exhibido en las vías evaluadas. Si bien esta información tuvo como principal utilidad dentro de este proyecto caracterizar cada una de las vías, lo que se contempla en el análisis de los resultados obtenidos, en desarrollos futuros puede contribuir a la calibración de modelos con base en las características propias del tránsito, de los materiales de conformación y de las estructuras identificadas, al poder asociar los datos recolectados en este proyecto con estas variables.

Finalmente, a partir de los registros del deterioro de las dos vías seleccionadas, se generaron las curvas de condición que constituyen una primera aproximación a modelos de predicción de deterioro. Las tendencias de variación de la condición superficial que describen estas curvas responden únicamente a las secciones escrutadas de las rutas Calle El Cerro y Calle Jaules durante el periodo de desarrollo de las evaluaciones de IRI y URCl, por lo que no es posible generalizar los resultados a otras vías en condición de superficie expuesta, dadas las múltiples variables que inciden en el deterioro de una vía en relación con la cantidad de rutas y el periodo de evaluación. De igual manera, no es posible extrapolar el comportamiento del deterioro de estas vías durante todo su ciclo de vida, dada la extensión temporal del estudio.

Agradecimientos

Agradezco primero a Dios por permitirme alcanzar una de las metas más importantes en mi vida, por darme la fuerza, salud y resiliencia que hoy me ponen un paso más cerca de convertirme finalmente en ingeniero en construcción. Le agradezco también por las personas que permitió me acompañaran en mi camino a cumplir este sueño, quienes me rodearon con todo su apoyo y motivación. Sin esas personas, el llegar a la culminación de mis estudios podría definitivamente no significar lo mismo.

Quiero agradecer a mis padres, Marlene y Gerardo, quienes mediante su ejemplo me inculcaron los valores de esfuerzo, perseverancia y superación, los cuales resultaron fundamentales al cursar mis estudios académicos. Todo su esfuerzo y los sacrificios que hicieron desde mi niñez para brindarme la mayor cantidad de oportunidades, son los que me abrieron las puertas necesarias para hoy cumplir mi sueño. Agradecer también a mis hermanos, Martín, Denis y María Fernanda, por todos sus consejos, apoyo y por ser ejemplos para mí del tipo de profesional que aspiro a ser. Agradezco a esos amigos que me regaló la vida, quienes a lo largo de estos años me han demostrado su apoyo incondicional y nunca dejaron de motivarme para alcanzar mi meta.

Finalmente, debo agradecer al Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica (MOPT), especialmente a los funcionarios del Laboratorio de Materiales y del Área Vial del PRVC II, por toda su apoyo y colaboración para el desarrollo de este proyecto. De igual forma, agradecer a los profesores de la Escuela de Ingeniería en Construcción, por compartir todo su conocimiento y por su compromiso con la formación de profesionales integrales y altamente competentes. Especialmente, extendiendo un profundo agradecimiento a Luis Gustavo Rojas Chacón, por haberme guiado y apoyado constantemente en el desarrollo del proyecto, en su papel de profesor tutor.

Este trabajo lo dedico a mi madre, Marlene, quien estuvo a mi lado en cada dificultad y cada alegría vivida en este proceso que hoy culmino. Ella ha sido mi fortaleza, motivación, consuelo y apoyo constante en el camino a alcanzar este gran sueño, por eso este logro es tan mío como de ella.

Capítulo 1. Marco teórico

1.1. Índice de Regularidad Internacional

1.1.1. Definición

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) corresponde a una medida de regularidad estandarizada, relacionada con las mediciones obtenidas por sistemas de medición de regularidad de tipo respuesta (RTRRMS), típicamente presentada bajo las unidades de m/km, mm/m u otras medidas típicas de pendiente. La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (2023), en el estándar E867, define la regularidad o macro textura de un pavimento como aquella desviación de la superficie de una vía respecto a una superficie teórica totalmente plana, siendo una característica de la vía que afecta el confort de los usuarios, la dinámica de los vehículos, el consumo de combustible, las cargas dinámicas y el drenaje, según indica Chavarría, L (2018).

De acuerdo con Sayers et al. (1986), el IRI se basa en la simulación de la respuesta de un vehículo que viaja a 80 km/h ante la regularidad de la superficie transitada, tomando como base la relación entre el movimiento acumulado de la suspensión del vehículo, dividido por la distancia recorrida durante la prueba. En general, las medidas obtenidas de un sistema RTRRMS se denominan Pendiente Promedio Rectificada (ARS por sus siglas en inglés “Average Rectified Slope”) y derivan de esta relación entre el desplazamiento vertical acumulado del vehículo y la distancia recorrida, sin embargo, Sayers et al. (1986) mencionan que los valores ARS varían en función de la velocidad de circulación del vehículo. La definición del IRI especifica una velocidad estándar de 80 km/h como referencia para la simulación, de la que se obtiene entonces un ARS de referencia o RARS. Por lo tanto, Sayers et al. (1986) destacan que el nombre más técnico del IRI corresponde a RARS80, que indica una medida de pendiente promedio rectificada (ARS) de un instrumento de referencia (R) a una velocidad de 80 km/h.

Ahora, si bien el IRI es una representación matemática del movimiento acumulado de la suspensión respecto a la distancia recorrida, Sayers y Karamihis (1996) aclaran que este índice se calcula a partir del perfil longitudinal medido mediante una simulación bajo el modelo de cuarto de coche (QCS por sus siglas en inglés “Quarter Car Simulation”), no a través de la medición de la carrera acumulada por la suspensión. Según señalan los autores, el modelo de cuarto de coche pretende ser una representación teórica de la respuesta de los

sistemas RTRRMS utilizados para el desarrollo del IRI. Así, Sayers et al. (1986) indican que el IRI se define como una característica del perfil longitudinal de una huella recorrida, más que como una característica de una pieza de hardware, para garantizar la estabilidad en el tiempo de este índice. Por lo tanto, la medición directa del IRI requiere que se obtenga el perfil de la huella de la rueda.

1.1.2. Origen

Chavarría (2018) describe el IRI como una escala de regularidad superficial propuesta por el Banco Mundial, esto ante la necesidad de establecer una estadística estándar para el registro y análisis de la regularidad de carreteras, contemplando la influencia del perfil longitudinal de las vías sobre la calidad de la rodadura. De acuerdo con Sayers et al. (1986), el Índice de Regularidad Internacional (IRI) recibe este nombre porque fue producto del Experimento Internacional de Regularidad de Carreteras (IRRE por sus siglas en inglés “International Road Roughness Experiment”), realizado por equipos de investigación de diversas naciones como Brasil, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Bélgica.

El IRRE se llevó a cabo en Brasilia, en el año 1982. A grandes rasgos, este experimento consistió en la medición controlada de la regularidad de una serie de caminos en una variedad de condiciones y utilizando múltiples instrumentos y métodos de medición. Según mencionan Sayers et al. (1986), la escala de regularidad seleccionada como IRI fue la que satisfizo en mayor medida los criterios de ser estable en el tiempo, transportable y relevante, y a su vez cumplir con un criterio de ser fácilmente mensurable.

Sayers et al. (1986) resaltan que con el IRRE se demostró que el perfil característico que define el IRI es posible medirlo de manera directa mediante la mayoría de los métodos perfilométricos, más que cualquiera de los otros valores numéricos de regularidad basados en perfiles que se consideraron en el experimento. Al mismo tiempo, Sayers et al. (1986) resaltan que el perfil característico del IRI es tan altamente compatible con las medidas obtenidas por RTRRMS, que este tipo de instrumentos se pueden calibrar a la escala IRI para lograr la mejor precisión posible bajo estos sistemas de medición.

El IRI se concibió como un índice numérico dedicado a resumir las cualidades de regularidad que impactan sobre la respuesta de un vehículo, sin embargo, Sayers et al. (1986) describen otras aplicaciones apropiadas para relacionar la regularidad con condiciones relativas a:

- Costo general de operación del vehículo.
- Calidad general del viaje.
- Cargas dinámicas sobre las ruedas (daños en la carretera por vehículos pesados, límites de seguridad para el frenado y el tránsito en curvas).
- Condición general de la superficie.

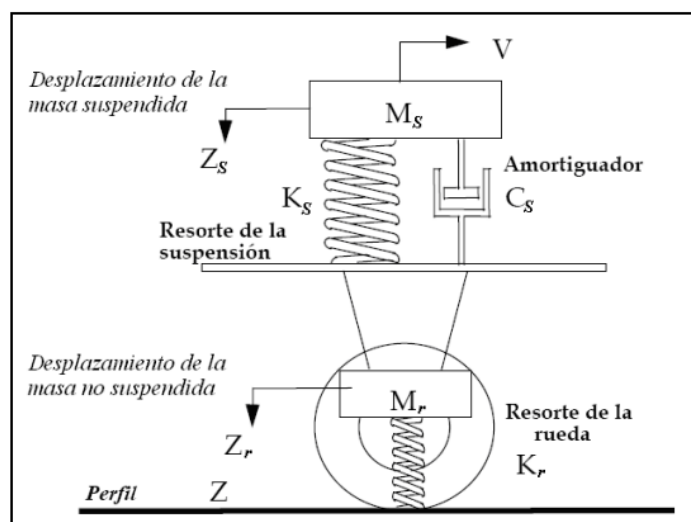
1.1.3. Principios del cálculo del IRI

Badilla (2011) explica que el cálculo del IRI implica la utilización de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales que permiten derivar en la medida de regularidad asociada a una vía sujeta a estudio, de forma que resulta necesario delimitar diferentes etapas ajustadas a un desarrollo sistemático que permita alcanzar la determinación del índice. En primera instancia, para poder calcular el IRI, se requiere obtener una representación del perfil real del camino, siendo este insumo el de mayor importancia para el cálculo. Badilla (2011) resalta que “el IRI es independiente de la técnica o equipo utilizado para obtener el perfil, y dependerá únicamente de la calidad del perfil longitudinal”.

Las cotas o elevaciones del terreno determinadas para la construcción del perfil se someten a una serie de filtros para poder computar el IRI asociado al perfil. De acuerdo con Badilla (2011), los datos se someten a un primer filtro que consiste en un análisis estadístico de media móvil y una serie de adecuaciones matemáticas, para así poder generar un nuevo perfil orientado al análisis del comportamiento de la regularidad. Según señala el autor, la implementación de este primer filtro tiene como finalidad simular el comportamiento entre las llantas del vehículo y la vía, así como reducir la sensibilidad que pueda tener el algoritmo utilizado para determinar el IRI ante el intervalo de muestreo, lo cual afectaría la precisión y transportabilidad de los resultados.

Al nuevo perfil generado se le aplica un segundo filtro, el cual consiste en la aplicación de un modelo de cuarto de carro que se desplaza a una velocidad de 80 km/h, a través de este se registran las características asociadas al camino basadas en los desplazamientos verticales inducidos a un vehículo estándar, el cual es modelado de forma simplificada como un conjunto de masas ligadas entre sí y con la superficie de la carretera mediante resortes y amortiguadores. El movimiento sobre el perfil de la carretera produce desplazamientos, velocidades y aceleraciones en las masas que nos lleva a medir los movimientos verticales no deseados atribuibles a la irregularidad del camino. (Badilla, 2011)

Figura 1. Esquema del modelo de cuarto de coche.



Fuente. Badilla, 2011.

Siguiendo lo descrito por Badilla (2011), y como se observa en la Figura 1, el modelo de cuarto de coche parte de la simulación de una masa “amortiguada”, que corresponde a la masa de un cuarto de carro ideal, conectada a una masa “no amortiguada”, que representa al conjunto de eje y rueda, a través de un resorte y un amortiguador lineal que corresponde a la suspensión del vehículo, y un neumático representado por otro resorte lineal. El modelo de cuarto de coche emplea el denominado Carro de Oro para el cálculo del IRI, que corresponde a la definición de los parámetros de masa suspendida, masa no suspendida, amortiguador, constante de resorte de la rueda y constante de resorte de la suspensión.

Las ecuaciones dinámicas presentes en el modelo, forman un sistema de ecuaciones que utilizan como dato de entrada el perfil de la carretera (en la parte inferior del “resorte del neumático”). El movimiento vertical del eje respecto a la masa suspendida se calcula y acumula. El valor en m/km (metros acumulados por kilómetro viajado) es la medida final de la regularidad del camino. (Badilla, 2011)

Adicionalmente, Badilla (2011) señala que resulta sumamente importante considerar que en el método de cálculo de IRI se requiere estimar valores iniciales entre la respuesta de transición y la respuesta inducida por el perfil. Según declara el autor, los efectos de la inicialización requerida disminuyen conforme aumenta la distancia cubierta por el perfil bajo la simulación de cuarto de coche, en la cual el autor señala influyen aproximadamente en los primeros 20 m de recorrido. Por tal motivo, recomienda para aumentar la precisión de los resultados medir el perfil al menos 20 m antes del punto de inicio del tramo, el cual define el punto inicial para el cálculo del IRI. Cabe resaltar que la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes

Estatales (2022) señala en el estándar E950 que la distancia de inicialización debe ser de al menos 150 m, o bien, la mínima indicada por el fabricante del equipo utilizado para la medición del perfil.

1.1.4. Factores que inciden sobre la regularidad superficial en caminos

Existen múltiples factores inherentes a la estructura de las vías, las características del tráfico, del medio ambiente y de la interacción entre estos que pueden llegar a afectar la regularidad superficial de las vías; sin embargo, Chavarría (2018) destaca los siguientes como los más relevantes.

- Edad del pavimento o estructura vial.
- Nivel de tráfico vehicular.
- Características del medio ambiente tales como la temperatura promedio y las precipitaciones pluviales
- Espesores de las capas de la estructura de pavimento.
- Extensión y severidad de fallas o deterioros en el pavimento o superficie de la vía.
- Propiedades de la subrasante tales como índice de plasticidad, contenido de humedad, contenido de limos y arcillas, índice de soporte de California (CBR) y porcentaje de finos (material que pasa el tamiz 200).
- Propiedades de las capas granulares tales como contenido de humedad, índice de soporte de California (CBR) y porcentaje de finos (material que pasa el tamiz 200).
- Propiedades de la capa de rodadura, como lo pueden ser para pavimentos asfálticos los vacíos de aire, gravedad específica, contenido de asfalto y granulometría.

1.1.5. Métodos y equipos para medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Actualmente, existen en el mercado diferentes equipos para determinar la regularidad de las vías, variando entre sí en sus niveles de precisión y rapidez para la obtención de resultados, tal y como indica Badilla (2011). La variedad de métodos que existen para la medición de regularidad superficial se puede clasificar entre cuatro clases establecidas en el WTP-46 del Banco Mundial.

En el WTP-46, Sayers et al. (1986) discretizan los métodos de determinación de IRI entre cuatro clases genéricas, que los agrupan en función de cuán directa es la medición de este indicador estándar de regularidad. Este criterio de clasificación genera a su vez que para cada una de las clases existan diferentes requisitos en lo que respecta a la calibración de equipos y la precisión asociada a los resultados obtenidos.

1.1.5.1. Clase I

Dentro de esta clase se agrupan los métodos de más alta precisión para la medición de IRI. Para el cálculo de este índice, estos métodos parten de la medición del perfil longitudinal de la huella de las ruedas como una serie de puntos de elevación precisos y espaciados estrechamente a lo largo del recorrido sujeto a medición. Según señalan Sayers et al. (1986), para métodos perfilométricos estáticos, la distancia entre muestras no debe ser mayor a 250 mm (4 mediciones o puntos por metro) y la precisión en las medidas de elevación debe ser de al menos 0,5 mm para pavimentos muy regulares o lisos.

Sayers et al. (1986) afirman que los métodos de esta clase producen medidas de tan alta calidad, que no resulta posible mejorar la reproducibilidad del IRI a nivel numérico. Si bien es cierto que la definición anterior podría parecer idealista, los autores describen que generalmente existe un límite práctico a la repetibilidad que se puede obtener al medir la regularidad de una carretera, el cual resulta mayormente de la imposibilidad de medir la regularidad de forma repetida exactamente en la misma huella. De tal forma, Sayers et al. (1986) establecen que un método califica como Clase 1 si el error de medición es insignificante en comparación con la incertidumbre asociada con intentar localizar exactamente la misma huella de rueda dos veces.

Para una amplia gama de niveles de regularidad y diferentes tipos de caminos, únicamente los métodos de varilla graduada y nivel de precisión (método topográfico) y de viga TRRL han demostrado ser métodos válidos de Clase 1, esto según mencionan Sayers et al. (1986) con referencia a la determinación del IRI en tramos de 320 m de longitud, medida estándar utilizada en el IRRE. Por su parte, otros métodos como los perfilómetros de alta velocidad ofrecen una alternativa potencial para medir el IRI rápidamente, sin embargo, el perfilómetro debe validarse en algún momento con un procedimiento establecido, para demostrar su precisión con referencia a alguno de los dos métodos de Clase 1 mencionados.

Este tipo de métodos de alta precisión presentan como desventaja el requerir de un mayor esfuerzo o inversión de tiempo para llevar a cabo la medición de regularidad. Con base en lo anterior y según mencionan Sayers et al. (1986), los métodos de Clase 1 tienen mayormente como utilidad validar otros métodos de medición de IRI de menor clase. Para aplicaciones diferentes de la validación de métodos o la calibración de instrumentos, suelen ser utilizados en los casos donde estrictamente se requieren datos especiales de alta precisión.

1.1.5.2. Clase II

Vargas y Ulate (2014) mencionan que, al igual que los métodos de Clase 1, los equipos clasificados como Clase 2 recurren a la medición directa del perfil de la carretera para el cálculo del IRI. Sin embargo, estos equipos no cumplen con el grado de precisión establecido para los primeros. Por tal motivo, la mayor parte de los instrumentos dentro de esta categoría pueden ser similares a los de Clase 1, únicamente bajo diferentes criterios de frecuencia de medición y precisión.

En concordancia con lo anterior, Sayers et al. (1986) detallan que, aunque el hardware y los métodos utilizados para la medición del perfil bajo esta categoría se verifican funcionalmente mediante un proceso de calibración independiente, los métodos de Clase 2 están limitados a una precisión o un ancho de banda inferior al necesario para calificar como método de Clase 1. Como consecuencia, el valor IRI calculado a partir de una medición de perfil de Clase 2 puede no ser exacto hasta el límite práctico, debido a errores aleatorios o de sesgo dentro de un rango de condiciones.

Dentro de esta clase se incluyen los valores de IRI calculados a partir de perfiles medidos con perfilómetros de alta velocidad, como por ejemplo los perfilómetros inerciales y perfilómetros láser, así como los métodos estáticos que no satisfacen los requisitos de precisión o intervalos de medición especificados. Por su parte y como señalan Sayers et al. (1986), los perfilómetros de alta velocidad tienen la desventaja ser de los sistemas de instrumentación de mayor costo y complejidad utilizados para medir la regularidad vial. Sin embargo, los autores señalan también que estos equipos ofrecen como principal ventaja el poder obtener mediciones de alta calidad rápidamente, sin requerir un gran esfuerzo para mantener la calibración.

1.1.5.3. Clase III

Los métodos de Clase 3 reúnen aquellos equipos o instrumentos que permiten obtener el IRI por medio de correlaciones, incluyendo los equipos de tipo respuesta (RTRRMS por sus siglas en inglés “Response Type Road Roughness Measuring System”. Sayers et al. (1986) destacan que las mediciones RTRRMS dependen de la dinámica del vehículo para escalar las mediciones y producir información característica de la regularidad de la superficie recorrida, que sea transportable a la escala de IRI.

Si bien, como indican Sayers et al. (1986), la mayoría de los métodos de Clase 3 recurren al uso de un componente dentro del sistema que acumula el movimiento de la suspensión para medir el ARS, los autores destacan el uso de otros sistemas que emplean acelerómetros u otros tipos de instrumentación para la recolección de información que faculte generar el perfil de la huella recorrida.

Vargas y Ulate (2014) describen que los equipos utilizados en esta categoría suelen ser pequeños, de bajo costo y de fácil uso, razones por las que se han convertido en alternativas llamativas para la evaluación de redes viales, la evaluación funcional de caminos, el monitoreo del deterioro vial, la evaluación de caminos rurales pavimentados o sin pavimentar caracterizados por altas pendientes y bajas velocidades de circulación y otras aplicaciones en las cuales su menor grado de precisión frente a equipos de Clase 2 no represente una amenaza para el objetivo de las mediciones, o bien, casos en los que no sea posible implementar dispositivos con un mayor grado de precisión.

Cabe destacar que las propiedades dinámicas en las que basan su funcionamiento los equipos RTRRMS, son únicas para cada vehículo y varían a través del tiempo. Por lo tanto, Sayers et al. (1986) indican que las medidas "brutas" de ARS obtenidas del RTRRMS utilizado para la medición de regularidad, deben

corregirse a la escala IRI usando una ecuación de calibración que se obtiene experimentalmente para cada RTRRMS específico. Aunado a lo anterior, los autores establecen que deben de emplearse procedimientos operativos y de mantenimiento muy rigurosos para los vehículos utilizados, dado que su dinámica cambia fácilmente, por lo que se deben mantener como parte de la rutina de operación de estos equipos pruebas de control para verificar la condición del vehículo. Derivado de lo anterior, cualquier cambio que se lleve a cabo en los sistemas del vehículo que estén involucrados en su respuesta ante la regularidad de una vía, supone se debe realizar una recalibración del sistema.

Resulta importante mencionar lo descrito por Sayers et al. (1986) en el WTP-46, respecto a la calibración de estos equipos. En este documento se establece que, a menos de que un RTRRMS esté calibrado mediante correlación, no califica como método de Clase 3. Sin la calibración, no existe un vínculo verificable entre las medidas obtenidas con dos RTRRMS cualesquiera, ni con la escala IRI. Como referencia, Sayers et al. (1986) indican que la reproducibilidad asociada con un RTRRMS calibrado es de aproximadamente 0,5 m/km (14%) para caminos pavimentados en tramos de 320 m de largo, y de aproximadamente 1,0 m/km (18%) para superficies no pavimentadas de esa longitud.

1.1.5.4. Clase IV

Sayers et al. (1986) mencionan que pueden llegar a presentarse situaciones en las que resulte necesario obtener información relativa a la regularidad superficial, mas no sea esencial o no sea posible acceder a métodos que permitan obtener una alta precisión. Pese a esto último, resulta deseable relacionar dicha información con la escala IRI. En dados casos, se podría recurrir a una evaluación subjetiva que a través de una metodología que implique la experiencia de conducción en la carretera o una inspección visual. En estos casos, el WTP-46 destaca como otra posibilidad el uso de mediciones de un instrumento no calibrado.

De acuerdo con Sayers et al. (1986), la conversión de estas observaciones a la escala IRI se limita a una equivalencia aproximada, que puede ser optimizada al comparar la información recabada con descripciones pictóricas o verbales de caminos identificadas con sus respectivos valores de IRI asociados. De tal forma, los métodos de Clase 4 recurren esencialmente a las estimaciones de equivalencia como medio de calibración, por lo que dentro de esta categorización este tipo de mecanismos puede considerarse como "calibración por descripción".

Cuando estas estimaciones subjetivas de regularidad se convierten a la escala IRI, Sayers et al. (1986) manifiestan que la resolución se limita a aproximadamente seis niveles de regularidad, con una precisión que oscila entre 2 y 6 m/km (aproximadamente 35%) en la escala IRI. El WTP-46 asegura que, a menos que se utilice una calibración válida por correlación con un RTRRMS, no hay forma de vincular la medida a la escala estándar. Por tanto, un RTRRMS no calibrado pertenece a los métodos de medición de Clase 4.

1.1.6. Consideraciones generales para la medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Chavarría (2018) establece que para la medición del IRI se debe de cumplir con una serie de condiciones para así garantizar la precisión de los resultados, así como para validar la implementación de los datos recolectados en referencia al perfil longitudinal de la vía para el cálculo del IRI. Entre las consideraciones planteadas por el autor es posible destacar:

- El cálculo del IRI se realiza a partir de un único perfil, cuyo intervalo de muestreo es deseable que en general sea menor o igual a 300 mm, esto para garantizar cálculos precisos.
- La resolución requerida en las mediciones para generar el perfil longitudinal depende del nivel de regularidad de la superficie sujeta a estudio, siendo necesario recurrir a resoluciones más finas para pavimentos más lisos.
- Para la generación del perfil longitudinal, se asume que el perfil tiene una pendiente constante entre puntos contiguos de elevación.
- El perfil construido a partir de las mediciones debe ser primero suavizado mediante el uso de medias móviles, cuyo largo base es de 250 mm. Lo anterior con el propósito de simular el comportamiento de la envolvente de los neumáticos, además para reducir la sensibilidad del modelo de simulación de cuarto de coche ante el espaciamiento del muestreo.
- Si se cuenta con el IRI calculado de dos secciones contiguas, el IRI global o conjunto de esas dos secciones corresponde al promedio de los IRI de cada sección.
- El IRI es directamente proporcional a las variaciones en el perfil longitudinal, pues el cálculo del IRI está linealmente relacionado con estas. De tal manera, si las elevaciones del perfil aumentan al doble, el resultado del cálculo del IRI también aumentará al doble.

Aunado a las condiciones anteriores, se deben contemplar al momento planificar, desarrollar y analizar los resultados de evaluaciones de regularidad a partir del cálculo de IRI, la longitud y homogeneidad de los tramos sujetos a estudio, así como las singularidades presentes en ellos.

1.1.6.1. Longitud de tramos e intervalos de procesamiento

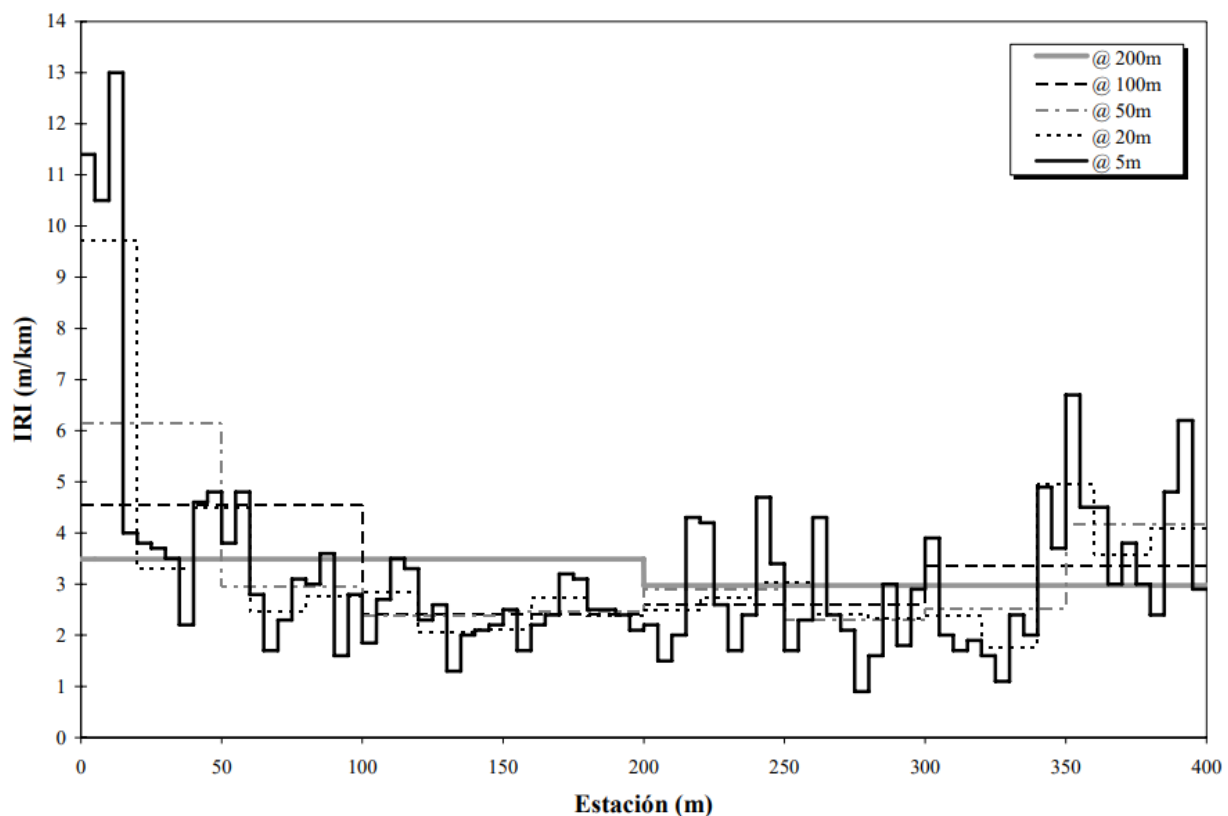
La definición de la longitud de los tramos de medición o de los intervalos de procesamiento de datos para el cálculo del IRI, resulta de suma importancia dentro de la determinación de este indicador, dada la injerencia que posee la extensión de las secciones a procesar sobre el comportamiento de los resultados. Badilla (2011) explica que el IRI puede ser calculado sobre cualesquiera longitudes de camino; sin embargo, menciona que el cálculo del IRI depende altamente de la longitud sobre la cual es acumulado, por lo que resulta fundamental

comprender la relación que existe entre las variaciones de regularidad a lo largo de una vía y la longitud sobre la cual son promediadas dichas características de regularidad.

Según indica Chavarría (2018), las longitudes de medición mayores tienden a ocultar niveles altos de irregularidad superficial en los pavimentos, que se traducirían en bajos valores de IRI. Debido a lo anterior, los altos intervalos de procesamiento de datos podrían derivar, de forma engañosa, en valores satisfactorios de IRI y no ser representativos de la condición real en sitio.

Por otro lado, Chavarría (2018) menciona que la utilización de intervalos de longitud muy bajos para la determinación de IRI puede llegar a influir sobre la obtención de niveles altos de irregularidad, es decir, valores elevados de IRI. Lo anterior responde a un aumentando de la sensibilidad ante las variaciones de elevación en el procesamiento de los datos, debido a la escasa longitud del tramo para el cual se calcula el IRI. El comportamiento de la regularidad reportada en función de los intervalos de medición se puede observar en la Figura 2, donde se evidencian las variaciones en los resultados referentes a la regularidad en función de la longitud de los intervalos de medición y procesamiento de la información.

Figura 2. Variación en el valor de IRI según la longitud de elevación.



Fuente. Badilla, G. A, 2011.

Según explica Badilla (2011), las variaciones en el intervalo de medición inciden sobre el cálculo de los valores de IRI, puesto que estos últimos se suavizan como consecuencia del efecto de promediar sobre las longitudes definidas. Así entonces, en la Figura 2 es posible observar como para el mayor intervalo de procesamiento, que corresponde a 200 m y se señala con una línea continua de color gris, se obtiene un valor de IRI de apenas 3,5 en la primera mitad de la medición, esto como efecto de promediar las irregularidades sobre una longitud extendida, tal y como señala Badilla (2011). Por otra parte, conforme disminuye la longitud de procesamiento de los datos, se obtienen tanto valores mayores como menores de IRI para el mismo tramo inicial de 200 m. Orientándose al extremo contrario, al observar en la Figura 2 los valores de IRI obtenidos para el menor intervalo de medición, que corresponde a 5 metros y se señala con una línea continua de color negro, es posible notar como dentro del mismo tramo inicial de 200 m se presentan valores de IRI por encima de 10 y por debajo de 2.

A partir de lo anterior, Badilla (2011) menciona en lo que respecta a selección de la longitud de los tramos que “el valor global de referencia puede variar dependiendo de cada país o agencia que administra los pavimentos”. Según especifica el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2022) en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción De Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2020), para efectos del control de la regularidad superficial de vías pavimentadas, se recurre a mediciones de IRI con una base de medición a cada 100 m, que corresponde a la longitud establecida como unidad de medición.

1.1.6.2. Tramos homogéneos

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2022) define que, para efectos del control de la regularidad de pavimentos, un tramo homogéneo corresponde a una sección de una carretera que presenta una misma estructura de pavimento, de espesores y materiales determinados, la cual fuese construida en un mismo periodo, utilizando los mismos métodos y equipos, además de presentar el mismo Transito Promedio Diario Anual (TPDA) y composición vehicular.

En complemento con la definición de longitud de tramos, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2022) menciona en el CR-2020 que las unidades de medición para el control de la regularidad de pavimentos no solo deben cumplir con la longitud de 100 m mencionada, sino que además deben de corresponder a tramos homogéneos.

1.1.6.3. Singularidades

“Debido a que el IRI involucra la diferencia entre el perfil longitudinal teórico y el perfil longitudinal existente, es un hecho que se pueden presentar ciertas singularidades que pueden afectar la medición del IRI” (Badilla, G. A, 2011). En el CR-2020, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2022) define las singularidades como

cambios en el perfil longitudinal derivados de estructuras como puentes, alcantarillas, líneas férreas, reductores de velocidad, cambios de estructura de pavimento, vados, rampas de intersecciones, entre otros que generen variaciones de elevación sobre este.

Badilla (2011) explica que debe de tenerse en cuenta que el valor de IRI obtenido en las mediciones se verá afectado no solo a lo largo de la singularidad, sino también en un área de influencia adicional que corresponde a los 40 m siguientes a la singularidad, esto en el sentido de medición. Dicha área de influencia corresponde a una característica propia del método de cálculo del IRI, según indica el mismo autor.

Badilla (2011) también resalta que las singularidades generan incrementos especialmente altos en el valor del IRI, si se utilizan intervalos o longitudes de procesamiento de datos cortas. En el caso contrario, las longitudes de evaluación elevadas reducen el valor de los resultados de IRI e imposibilitan determinar la ubicación de las singularidades en el perfil. El autor señala que, contemplando lo anterior, la presencia de singularidades deberá considerarse cuando se defina la longitud de los tramos o de procesamiento de datos para el cálculo del IRI, al menos en el caso del establecimiento de una especificación.

1.2. Equipo Clase III: ARRB Group Roughometer III

Los métodos de determinación de regularidad de Clase III consisten principalmente en equipos que dependen de la dinámica de un vehículo y su interacción con una superficie recorrida, para así calcular el Índice de Regularidad Internacional (IRI) a partir de correlaciones con otras medidas como el movimiento acumulado de la suspensión del vehículo o la diferencia de alturas acumuladas desde un punto de referencia en el equipo al suelo.

Según señala la empresa ARRB Group (2014), el Roughometer III es un dispositivo de medición de regularidad de tipo respuesta (RTRRMS), el cual afirman cumple con los requisitos para ser clasificado como un método de medición de IRI de Clase 3, según las especificaciones del Banco Mundial. ARRB Group (2014) también señala que, a diferencia de otros dispositivos catalogados bajo esta clase, el Roughometer III elimina las incertidumbres sobre los resultados asociadas con la dinámica del vehículo, esto a raíz de factores como las características y condición de la suspensión o el peso de los pasajeros. Lo anterior aplica cuando se conduce dentro del rango de velocidad recomendado por el fabricante, que según establece ARRB Group (2016) en el manual del dispositivo, corresponde a velocidades entre 40 km/h y 60 km/h.

Según detallan, la independencia que tienen los resultados respecto a la masa y características de suspensión del vehículo es posible al medir directamente el movimiento del eje con un acelerómetro de precisión, que resulta en que no sea necesario calibrar experimentalmente el Roughometer III para producir resultados veraces del Índice de Regularidad Internacional (IRI), esto según afirma ARRB Group (2014).

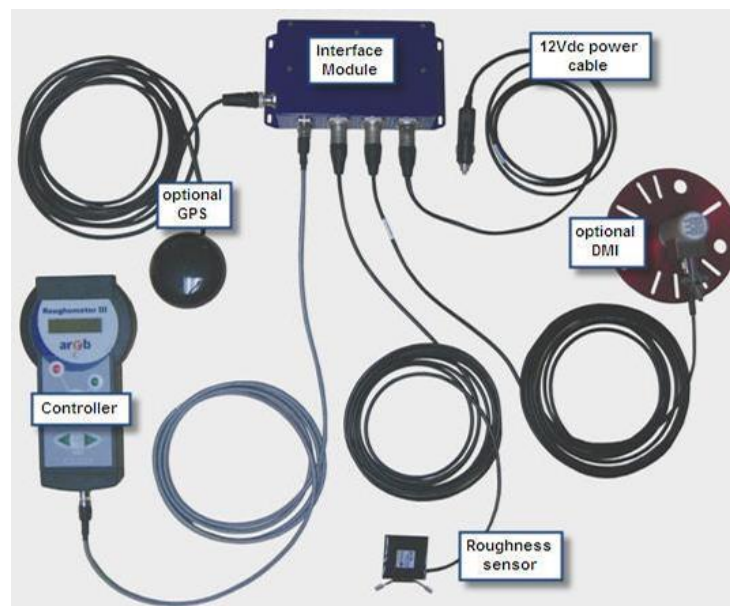
Como explica ARRB Group (2016), en el manual del equipo, el Roughometer III utiliza una combinación de las señales de un sensor de movimiento montado sobre el eje o amortiguadores del vehículo, que corresponde al acelerómetro de precisión, con una entrada de distancia recorrida para así poder medir el perfil longitudinal de una vía, el cual se utiliza finalmente para calcular el IRI. Dentro de las principales bondades del equipo resaltan su bajo costo, portabilidad, facilidad de instalación y uso.

1.2.1. Componentes

De acuerdo con ARRB Group (2014), el equipo Roughometer III está conformado por los siguientes componentes:

- Un controlador de mano, a través del cual el usuario puede configurar el equipo y llevar a cabo las evaluaciones.
- Un sensor de aceleración lineal.
- Un medidor de distancia, odómetro o DMI por sus siglas en inglés (“Distance Measurement Instrument”).
- Un módulo central de interfaz.
- Una antena GPS.
- Software de procesamiento de datos, cargado en el controlador del dispositivo.

Figura 3. Componentes del sistema Roughometer III.



Fuente. ARRB Group, 2014.

Vargas y Ulate (2014) explican respecto al funcionamiento conjunto de estos componentes para la toma de datos, que el proceso inicia al introducir la información descriptiva de la vía a evaluar o segmento de esta por medio del controlador. Durante las mediciones, el sensor de regularidad, es decir el acelerómetro, detecta los movimientos verticales del vehículo producidos por las irregularidades superficiales del camino y envía al módulo de interfaz las señales producto de dichas variaciones. La interfaz sincroniza estas señales con las entradas del medidor de distancia (DMI) y los datos recolectados por la unidad GPS, para posteriormente enviarlos al controlador del dispositivo, donde son almacenados hasta su procesamiento mediante el software suministrado, según indican Vargas y Ulate (2014).

“El operador del equipo puede indicar singularidades o eventos importantes de considerar durante la evaluación por medio del controlador, por ejemplo: reducciones de velocidad significativas, baches, reductores de velocidad, líneas de tren, tapas de alcantarilla o similares” (Vargas y Ulate, 2014).

1.2.2. Aplicaciones y campo de uso

ARRB Group (2016) resalta entre las principales aplicaciones de los resultados suministrados por el equipo Roughometer III:

- Proporcionar información objetiva para la evaluación del nivel de regularidad de la carretera.
- Monitorear las tendencias de deterioro de la regularidad de las vías a través del desarrollo de encuestas sucesivas durante periodos de estudio establecidos.
- Comparar y analizar el estado de las carreteras que componen una red a través de los indicadores de regularidad, para gestionar labores de mantenimiento al identificar caminos o secciones que requieran de reparaciones correctivas.

1.3. Vías no pavimentadas o en condición de superficie expuesta

1.3.1. Definición

Gutiérrez (2017) define las vías no pavimentadas como “aquellas que tienen una superficie de rodadura formada por materiales granulares que han sido sometidos a tratamientos superficiales, trabajos previos de alineación, apropiada sección transversal y longitudinal y drenaje”. Por su parte, Alburque y Menacho (2022) establecen que las vías no pavimentadas son estructuras conformadas por una o más capas granulares, apoyadas

directamente sobre la subrasante o suelo natural, o bien, sobre una base, mayormente empleadas en zonas de bajo tránsito, accesos a áreas remotas, sitios rurales y en rutas de transporte de productos agroindustriales.

“Muchas de este tipo de vías permanecerán sin pavimentar debido su bajo volumen de tránsito, puesto que por lo general no son priorizadas como proyectos de inversión pública, destinando las entidades los fondos principalmente para construcción o rehabilitación de vías” (Alburquerque y Menacho, 2022). Las vías no pavimentadas o en condición de superficie expuesta tienden a ofrecer menores niveles de confort y velocidades de circulación más bajas que las vías pavimentadas, esto como consecuencia de sus características y naturaleza más irregular. Sin embargo, Alburquerque y Menacho (2022) destacan que la correcta intervención y mantenimiento de estas vías puede generar un grado de comodidad adecuado para el tránsito de los usuarios.

1.3.2. Tipos de vías no pavimentadas o en condición de superficie expuesta

Alburquerque y Menacho (2022) distinguen entre los tipos de caminos no pavimentados los siguientes:

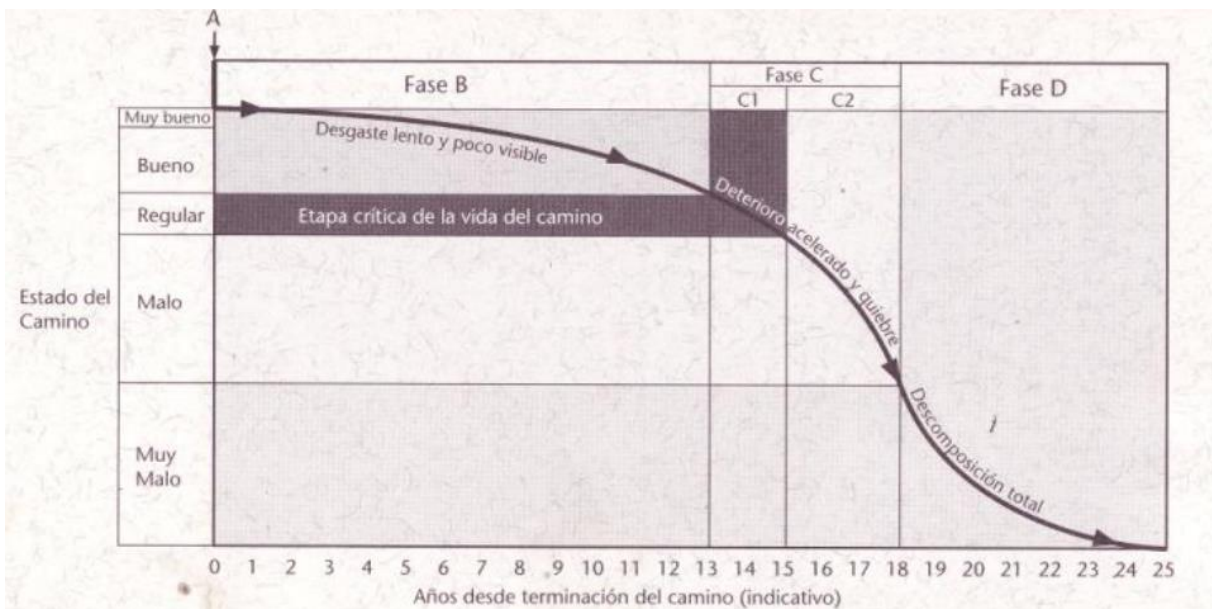
- Caminos de tierra: Constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
- Caminos de grava: Constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionado manualmente o por zarandeo, que sirve como superficie de rodamiento.
- Caminos afirmados: Constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos, compuestos por una combinación apropiada de piedra, arena y finos.
- Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales: Constituidos por suelos naturales estabilizados con material granular y ligantes como asfalto, cemento hidráulico, cal o aditivos, o bien, afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento hidráulico, cal o aditivos.

En Costa Rica, las vías en condición de superficie expuesta más comunes son las denominadas caminos de lastre, que, de acuerdo con Campos (2010) constituyen cerca de un 75% de la red vial del país. El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2022) define en el CR-2020 el lastre como un material granular clasificado, con origen de tajo, río o de préstamo, que es colocado sobre una subrasante para protegerla, o bien, se coloca sobre una capa granular terminada de una carretera, para servir como superficie de ruedo expuesta.

1.3.3. Ciclo de vida de los caminos

De acuerdo con Watson (2009), los caminos presentan un ciclo de vida normal a nivel teórico, el cual comprende cuatro etapas; la construcción, el desgaste lento y poco visible, el deterioro acelerado y finalmente, la descomposición total. Las etapas del ciclo normal de deterioro de estas estructuras se presentan en la Figura 4.

Figura 4. Curva de deterioro típico de caminos.



Fuente. Schliessler, 1992.

Watson (2009) describe las etapas del ciclo de vida normal de una vía partiendo como ejemplo de un camino con pavimento asfáltico, aclarando que este ciclo es independiente del tipo de superficie de rueda. La etapa de construcción, etiquetada con la letra A en la Figura 4, dicta el punto de inicio de la curva de deterioro de la estructura y, en general, representa el momento en el que la vía tiene su mejor condición dentro de su ciclo de vida. Si bien es cierto que una vía puede presentar defectos en su construcción o un diseño deficiente, “el día que se entrega y se pone al servicio de los usuarios, el camino suele encontrarse en excelentes condiciones y se puede decir que satisface las necesidades del usuario en un 100%” (Watson, 2009).

Con la culminación de la fase de construcción de la vía, comienza un periodo de desgaste lento y poco visible, en el cual con el paso del tiempo el camino experimenta un deterioro y debilitamiento de sus condiciones de servicio, especialmente en su capa de rodamiento. Cabe destacar que, tal y como indica Watson (2009), la velocidad con la que se presente el desgaste en esta etapa está asociada a la calidad de construcción del

camino, de forma que un proceso deficiente en esta primera etapa del ciclo de vida podría suponer el deterioro acelerado de la vía. “Para evitarlo y detenerlo un poco, es necesario realizar frecuentemente labores de mantenimiento que ayuden a la conservación del camino, como puede ser mantenimiento rutinario y periódico” (Watson, 2009). En condiciones normales y según se aprecia en la Figura 4, en esta segunda etapa del ciclo de vida (Fase B), el camino se encontrará en apariencia en buen estado pese al deterioro y los usuarios no llegarán a percibir el detrimento de la superficie.

Con la acumulación del tiempo y el uso prolongado de la estructura vial, el deterioro del camino se verá acelerado, afectando tanto a la superficie del pavimento como a las capas estructurales inferiores, derivando en una menor capacidad para resistir el tránsito sobre la vía. Watson (2009) indica que cuando esta fase comienza, la estructura de la vía aún se encuentra intacta y las fallas superficiales son leves, sin embargo, conforme avanza esta etapa, etiquetada como Fase C en la Figura 4, los daños en el pavimento se vuelven cada vez más perceptibles en la capa de rodamiento. La estructura del pavimento también comienza a incrementar su deterioro interno, pese a no ser este un proceso visible o perceptible para los usuarios. “Esto indica que el camino está tan mal, que presenta graves fallas que se detectan a simple vista, ello hace que se pueda asegurar con certeza que la estructura del pavimento también está gravemente dañada” (Watson, 2009).

En la etapa de deterioro acelerado, inicialmente se presentan daños puntuales, los cuales con el paso del tiempo se extienden hasta afectar gran parte del camino, como indica Watson (2009) se puede observar en la sección C2 de la curva presentada en la Figura 4 de este documento. “Si no se interviene a tiempo durante la fase C, el camino llega a un punto de quiebre, es decir, se produce una falla tanto del pavimento como de la estructura de éste” (Watson, 2009).

En un esquema sano, en donde haya conservación, la superficie del camino se debe reforzar cuando inicia la fase C, sección C1, de tal manera que se pueda detener el deterioro acelerado del camino, conservar la estructura básica existente y asegurar la capacidad del camino de modo que pueda ser apto para el tránsito durante otro periodo prolongado (Schliessler, 1992, como se citó en Watson, 2009).

Watson (2009) recalca que si no se llega a realizar a tiempo una intervención durante la fase de deterioro acelerado, la vía alcanza un punto de quiebre y se produce una falla tanto de la capa superficial del pavimento como de su estructura. A partir de este punto, comienza la fase de descomposición total, señalada en la Figura 4 como Fase D, que constituye la última etapa del ciclo de vida de la carretera, donde el camino presenta un detrimento grave, que prácticamente exige su reconstrucción. Según Watson (2009), en esta etapa, se comienzan a observar pérdidas del pavimento, especialmente por el desprendimiento de pequeños o grandes trozos con el paso de los vehículos, que lleva a dificultar el paso de los vehículos, reducir las velocidades de circulación, hasta un punto donde se vuelve práctica y funcionalmente intransitable.

1.3.3.1. Diferencias entre el ciclo de vida de rutas pavimentadas y no pavimentadas

De acuerdo con Bull (2003, como se citó en Gutiérrez, 2017), el ciclo de vida para caminos no pavimentados demanda una mayor atención que en rutas no pavimentadas, “ya que las acciones de conservación deben de planificarse de modo que no se permita un deterioro excesivo o la destrucción de la estructura conformada para estos caminos” (Bull, A, 2003). El deterioro de este tipo de vías es acelerado en contraste con el de rutas pavimentadas, sean estos flexibles o rígidos, esto por la naturaleza de los materiales que la conforman y, como indica Gutiérrez (2017), como consecuencia de diversos factores como las cargas vehiculares, los efectos del medio ambiente y en ocasiones, los sistemas de drenaje inadecuados.

Barrantes (2020) menciona que la curva de deterioro completa de un camino en condición de superficie expuesta puede alcanzar entre uno o dos años de vida, mientras que las de rutas pavimentadas, por lo general, presentan ciclos de vida de 15 a 25 años. Si bien es cierto que a nivel teórico el comportamiento de la curva de deterioro a través de su vida útil presenta la misma tendencia y se distinguen las mismas etapas, el detrimento de las vías no pavimentadas es acelerado y, por tanto, para extender su vida útil resulta necesario atender de forma oportuna su deterioro inicial.

1.4. Índice de condición de caminos no pavimentados

El índice de condición de caminos no pavimentados (URCI por sus siglas en inglés “Unsurfaced Road Condition Index”), es un indicador numérico basado en una escala de 0 a 100, donde 100 es la máxima puntuación, que refleja la integridad de la vía y su condición operacional, esto según describe Cárdenas (2012, p.88). El URCI se desprende del Manual Técnico 5-626 “Unsurfaced Road Maintenance Management” del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (“US Army Corps of Engineers”), el cual tiene como propósito, según describen Alburquerque y Menacho (2022), “desarrollar un sistema de administración para el mantenimiento de carreteras no pavimentadas, con el cual el personal responsable asegure un mantenimiento y reparación uniforme, económico y satisfactorio”.

Alburquerque y Menacho (2022) hacen hincapié en que el método URCI describe una metodología visual y aplicativa que se lleva a cabo en campo a partir de una auscultación de la vía y una medición detallada de las fallas que esta presenta y su gravedad, esto para una unidad de muestreo y siguiendo los criterios establecidos en el MT 5-626.

La condición de superficie está relacionada a muchos factores, incluyendo integridad estructural, capacidad estructural, dureza y un rango de deterioro. La medición directa de todos estos factores requiere de equipos costosos y personal altamente preparado. Sin embargo, estos factores pueden ser calculados mediante la observación y medición de la dificultad de la superficie. (Cárdenas, 2012, p.88)

Cárdenas resalta que la metodología URCl es idéntica a la PCI ("Pavement Condition Index"), pero orientada a la evaluación de superficies expuesta, además de que esta ha sido ensayada en campo y a través de estas pruebas se ha demostrado su utilidad como recurso para determinar las necesidades y prioridades de intervención de este tipo de vías, siendo además un método bastante eficiente. Alburquerque y Menacho (2022) resaltan que el único equipo necesario para estas mediciones corresponde a un odómetro para la medición de longitudes y cálculo de áreas de cobertura de las fallas, una cinta métrica y regla de aluminio de forma deseable, esto para medir la profundidad baches, ahuellamientos y demás deterioros contemplados en la metodología.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) dicta en el TM 5-626 que las unidades muestrales para la determinación del URCl deben de tener un área aproximada de 230 m^2 ($\pm 90 \text{ m}^2$), además recomienda seleccionar dos unidades muestrales por cada kilómetro de longitud de la sección a evaluar, permitiendo para secciones de menos de 0,8 km seleccionar una única unidad muestral. La calificación bajo la metodología URCl de una sección o camino corresponderá al promedio de los valores de URCl obtenidos para las diferentes unidades muestrales definidas en este. Cabe resaltar que, por recomendación del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995), si una pequeña parte de la sección a evaluar presenta problemas particulares de deterioro grave, se debe realizar en esta zona una unidad muestral especial. Este aspecto debe ser señalado en la hoja de inspección y esta unidad debe ser excluida del cálculo promedio de URCl para la sección.

El proceso de determinación del URCl inicia con la medición de las llamadas fallas o deterioros dentro de la unidad de análisis, los cuales corresponden a diferentes tipos de desperfectos sobre la superficie de rodamiento no pavimentada, así como los drenajes adyacentes a esta. Una vez cuantificados los deterioros y su grado de severidad, se procede a calcular la densidad para cada tipo de deterioro (con excepción del contenido de polvo), al dividir la cantidad contabilizada por el área de la unidad muestral. Esta densidad en complemento con la categorización de la severidad de la falla, se utilizan para extraer de las curvas de deducción propuestas por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) en el TM 5-626 para determinar los valores de deducción a partir de los cuales se calcula el valor de URCl.

1.4.1. Tipos de deterioros y niveles de severidad en caminos no pavimentados de acuerdo con la metodología URCI

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) detalla en el Apéndice B del TM 5-626 las descripciones de los deterioros evaluados en la metodología URCI para dictaminar la condición de una superficie en condición expuesta, así como el procedimiento a seguir para medir estas fallas y los criterios para definir su grado de severidad. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los siete tipos de deterioro contemplados en la metodología y su escala de severidad tomando como base el documento referenciado.

1.4.1.1. Sección transversal inadecuada

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) describe que los caminos sin pavimentar deben de tener una corona con suficiente pendiente desde la línea de centro de la vía hasta el arcén para poder drenar el agua de la superficie del camino, pendiente conocida como bombeo de la vía. De tal forma, la sección transversal del camino se contabiliza como inadecuada en los tramos donde su superficie no esté moldeada ni mantenida para drenar el agua a los drenajes longitudinales, causando estancamiento de agua. Esta se mide en unidad de longitud por área de muestra (m/m^2), para así determinar la densidad del deterioro.

1.4.1.2. Drenaje lateral inadecuado

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) describe que los drenajes se convierten en un problema cuando las zanjas y alcantarillas no tengan las condiciones adecuadas para dirigir y transportar el agua de escorrentía debido a una forma o mantenimiento inadecuados. Este defecto se mide en unidad de longitud por área de muestra (m/m^2), para así determinar la densidad del deterioro. Cabe resaltar que la longitud máxima de drenaje lateral inadecuado corresponde a dos veces la longitud de la muestra, contemplando dos zanjas en toda la longitud.

1.4.1.3. Corrugaciones

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) describe las corrugaciones, también conocidas como tablas de lavar, como ondulaciones conformadas por crestas y valles muy espaciados en intervalos regulares, siendo las crestas perpendiculares a la dirección del tráfico. El MT 5-626 menciona que este tipo de problemas son típicos en colinas, curvas, áreas de aceleración y desaceleración, así como en zonas blandas

del camino, siendo ocasionados por el efecto del tráfico y los agregados sueltos. Este defecto se mide en unidad de área del defecto por área de muestra (m^2/m^2), para así determinar la densidad del deterioro. Cabe resaltar que la cantidad máxima de corrugaciones no puede ser mayor al área de la muestra.

1.4.1.4. Contenido de polvo en el aire

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) menciona que en las rutas sin pavimentar el desgaste producto del tráfico eventualmente llega a aflojar las partículas más grandes de aglutinante del suelo, lo cual ocasiona que con el paso de los vehículos se levanten nubes de polvo que puedan suponer un riesgo para los usuarios que transitan por la vía, derivados de la pérdida de visibilidad. Este defecto se mide a través de una evaluación visual para categorizar su nivel de gravedad, al transitar con un vehículo a una velocidad de 40 km/h y observar la nube de polvo que se forma, a partir de la cual se obtiene directamente un coeficiente de deducción.

1.4.1.5. Baches

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) describe los baches como depresiones en forma de cuenco sobre la superficie de la carretera, los cuales suelen tener menos de 1 m de diámetro. El MT 5-626 menciona que este tipo de problemas se producen por el desgaste de trozos pequeños de la superficie de la carretera, los cuales generan que el camino continúe desgastándose debido al aflojamiento de material y se presente un crecimiento de los agujeros, el cual se ve especialmente acelerado cuando se acumula agua dentro de estos. Este defecto se mide contabilizando la cantidad de baches según su categoría de gravedad por área de muestra (número de baches/ m^2), para así determinar la densidad del deterioro.

1.4.1.6. Roderas

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) describe el ahuellamiento o roderas como depresiones en la superficie en la trayectoria de las ruedas, la cual es paralela a la línea central de la carretera. El MT 5-626 menciona que este tipo de surcos surgen a partir de la deformación permanente en cualquiera de las capas granulares del camino o de la subrasante, esto como consecuencia del paso repetido de los vehículos, siendo especialmente notorio esa falla en caminos blandos. Este defecto se mide en unidad de área del defecto por área de muestra (m^2/m^2), para así determinar la densidad del deterioro.

1.4.1.7. Agregado suelto

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) menciona que en las rutas sin pavimentar el desgaste producto del tráfico eventualmente llega a aflojar las partículas más grandes de aglutinante del suelo, lo cual ocasiona que se desprendan partículas de agregado en la superficie de la carretera o en el arcén. El tráfico que circula sobre la vía aleja entonces estas partículas de agregados sueltos de la trayectoria normal de las ruedas, formando bermas en el centro y los laterales de su huella de circulación. Este defecto se mide en unidad de longitud por área de muestra (m/m^2), para así determinar la densidad del deterioro. Cabe resaltar que la longitud máxima de agregado suelto corresponde a tres veces la longitud de la muestra, contemplando que cada una de las tres bermas que se pueden formar debe contabilizarse por separado.

1.4.1.8. Niveles de severidad de los deterioros

Para los siete tipos de deterioros contemplados para la determinación del URCl, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) establece tres niveles de severidad entre los cuales se puede clasificar cada deterioro; leve (L), medio (M) y alto (H), los cuales pueden coexistir dentro de una misma unidad de muestra, a excepción del contenido de polvo en el aire. El Cuadro 1 presenta una matriz de clasificación de la severidad de los distintos deterioros según se establece en el MT 5-626, a excepción de la falla “baches”, para el cual se presentan los criterios de categorización y cuantificación en la Figura 5, los cuales se definen a partir de la profundidad y diámetro del bache.

Cuadro 1. Niveles de severidad de deterioros URCl.

Tipo de deterioro	Nivel de severidad leve (L)	Nivel de severidad medio (M)	Nivel de severidad alto (H)
Sección transversal inadecuada	Pequeñas cantidades de agua estancada en la superficie o evidencia de esta, o bien, secciones sin pendiente transversal o bombeo, es decir, superficies de carretera planas.	Cantidades moderadas de agua estancada o evidencia de esta, o bien, secciones transversales en forma de cuenco.	Grandes cantidades de agua estancada o evidencia de esta, o bien, secciones que contienen fuertes depresiones.
Drenaje lateral inadecuado	Pequeñas cantidades de agua estancada o evidencia de estancamiento en las acequias, o bien, leve crecimiento de maleza o escombros en las zanjas.	Cantidades moderadas de agua estancada o evidencia de estancamiento en las acequias, crecimiento moderado de maleza o escombros en las zanjas, o bien, erosión leve de las zanjas en los arcenes.	Grandes cantidades de agua estancada o evidencia de estancamiento en las acequias, crecimiento excesivo de maleza o escombros en las zanjas, o bien, grandes cantidades de erosión de las zanjas en los arcenes.

Tipo de deterioro	Nivel de severidad leve (L)	Nivel de severidad medio (M)	Nivel de severidad alto (H)
Corrugaciones	Corrugaciones de menos de 1 pulgada (2,5 cm) de profundidad.	Corrugaciones entre 1 y 3 pulgadas (2,5 y 7,5 cm) de profundidad.	Corrugaciones de más de 3 pulgadas (7,5 cm) de profundidad.
Contenido de polvo en el aire	El tráfico normal produce un polvo fino que no obstruye la visibilidad.	El tráfico normal produce una nube moderadamente espesa que obstruye parcialmente la visibilidad y hace que la velocidad del tráfico disminuya.	El tráfico normal produce una nube muy espesa que obstruye severamente la visibilidad y hace que la velocidad del tráfico disminuya significativamente o se detenga.
Roderos	Surcos de menos de 1 pulgada (2,5 cm) de profundidad.	Surcos entre 1 y 3 pulgadas (2,5 y 7,5 cm) de profundidad.	Surcos de más de 3 pulgadas (7,5 cm) de profundidad.
Agregado suelto	Árido suelto en la superficie del camino o una berma de agregado de menos de 2 pulgadas (5 cm) de altura.	Agregado moderado con bermas entre 2 y 4 pulgadas (5 y 10 cm) de altura.	Bermas de más de 4 pulgadas (10 cm) de altura.

Fuente. Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, 1995.

Figura 5. Descripción de los niveles de severidad para baches para la metodología URCL.

Table B-1. Pothole severity levels

	Average diameter			
	Less than 1 foot (0.3 meter)	1-2 feet (0.3-0.6 meter)	2-3 feet (0.6-1 meter)	More than 3 feet ¹ (1 meter)
<i>Maximum depth</i>				
1/2-2 inches (1.5-5 cm)	L	L	M	M
2-4 inches (5-10 cm)	L	M	H	H
4+ inches (10+ cm)	M	H	H	H

¹If the pothole is over 3 feet (1 meter) in diameter, the area should be determined in square feet (square meters) and divided by 7 to find the equivalent number of potholes.

Fuente. Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, 1995.

1.5. Programa Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II

De acuerdo con la Presidencia de la República de Costa Rica (2018), el Programa Red Vial Cantonal (PRVC) está enmarcado en el Convenio de Cooperación para el Financiamiento de Proyectos de Inversión suscrito entre Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Actualmente, el programa se encuentra en su segunda etapa (PRVC II), después de concluir exitosamente el PRVC I.

La primera etapa del Programa Red Vial Cantonal (PRVC I) concluyó exitosamente y benefició a todas las municipalidades del país con la rehabilitación de 98 caminos (432 km.) y 31 puentes (416 m.) que se construyeron o se repararon. El PRVC I estuvo conformado por distintos proyectos que las municipalidades y los concejos municipales de distrito formularon y presentaron ante la Unidad Ejecutora y Coordinadora del Programa (UEC) del MOPT para su aprobación y ejecución. (Presidencia de la República de Costa Rica, 2018)

La Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica señala en el Artículo 2 de la Ley N° 8982 que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), en su calidad de órgano ejecutor del PRVC I, crea una Unidad Ejecutora y de Coordinación, dentro de la División de Obras Públicas (DOP). En lo que respecta al PRVC II, la Presidencia de la República de Costa Rica (2021) señala que la Unidad Ejecutora se ubica también en la División de Obras Públicas y cuenta con la contratación de asesoría técnica de la Cooperación Alemana GIZ.

De acuerdo con la Presidencia de la República de Costa Rica (2018), el Programa Red Vial Cantonal II presentó un total de 61 proyectos valorados en cerca de 43 millones de dólares. Dichos proyectos forman parte de la primera etapa del Programa Red Vial Cantonal II (PRVC II), cuya ejecución se asignó al igual que en el PRVC I al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Los proyectos de la primera etapa del PRVC corresponden a intervenciones de caminos, de los cuales un 66% sufrieron afectaciones por el paso de la tormenta tropical Nate, según señala la Presidencia de la República de Costa Rica (2018). Por otro lado, la segunda etapa del PRVC contempla alrededor de 64 proyectos que contemplan labores de intervención, mejoramiento y construcción de caminos, los cuales representan una inversión cercana a 41 millones de dólares.

1.5.1. Objetivos del programa

El esquema de generación de capacidades, que impulsa el PRVC–MOPT/BID tiene como finalidad propiciar que los municipios de todo el país estén en mejor condición de balancear los recursos a su alcance (tasas e impuestos municipales, Ley 8114, aportes del Gobierno Central producto de convenios, recursos donados y otros generados a través de medidas innovadoras), para realizar una gestión efectiva, apropiada y participativa de recursos, para el desarrollo y conservación del cantón, acorde con los requerimientos de tránsito y conectividad. (Giz, 2017)

De acuerdo con la Presidencia de la República de Costa Rica (2018), los principales objetivos del PRVC II son los siguientes:

- Facilitar la integración de zonas productivas a áreas de consumo, mejorando las condiciones de comunicación entre ambas.
- Mejorar la conexión de la población a servicios públicos y sociales.
- Promover el fortalecimiento de las instituciones responsables de la gestión vial.

1.6. Modelos de predicción de deterioro

1.6.1. Descripción

Gutiérrez (2017) indica que los modelos de predicción de deterioro corresponden a expresiones matemáticas capaces de predecir la eventual evolución del estado de la superficie de una infraestructura a través del tiempo, esto con base en los conocimientos al momento de la puesta en servicio y al momento de realizar el análisis. Adicionalmente, Flores (2008) menciona que estos modelos permiten pronosticar el impacto sobre el estado de la superficie de labores de mantenimiento a corto y largo plazo, facilitando la selección de los momentos oportunos para ejecutar labores de conservación, al conocer el nivel de deterioro resultante de las intervenciones y su tendencia de detrimento a través del tiempo.

Los modelos de deterioro son desarrollados con una base de datos empíricamente determinados y bajo condiciones específicas de clima, tipo y forma, materiales, al ser utilizados bajo condiciones distintas, pueden presentarse diferencias considerables entre los deterioros que el modelo predice y los que se observan en la realidad, para reducir estos errores ó para verificar si el modelo es inadecuado o incompleto, detectando posibles debilidades y limitaciones, los procedimientos de calibración o ajuste resultan muy útiles. (Gutiérrez, 2017, p.38)

1.6.2. Modelos por regularidad IRI

Los modelos de predicción de deterioro por regularidad están incluidos dentro de la categoría de modelos empíricos, que de acuerdo con Ríos De la Cruz (2019) corresponden a aquellos desarrollados con base en datos reales de pavimentos existentes, para los cuales se ha registrado gran cantidad de información referida a aspectos tales como datos a nivel de diseño, materiales, información general de los pavimentos, características de drenaje y de las bermas, datos de tránsito, caracterización de las condiciones climáticas y de deterioros a lo largo de su vida útil. “Luego de determinar las variables más relevantes en la formación de cada deterioro, se realiza con ellas un análisis estadístico (análisis de regresión) que da origen al modelo que predice el comportamiento futuro del pavimento” (Ríos De la Cruz, 2019).

Según detalla Gutiérrez (2017), los modelos de predicción de deterioro IRI permiten pronosticar las variaciones de este índice característico de la regularidad superficial contemplando variables como la capacidad estructural del pavimento, el grado de fisuración de la superficie, la profundidad de rodaderas o ahuellamientos, el número y severidad de baches por kilómetro, las condiciones ambientales en la zona y demás factores que puedan tener injerencia sobre la macrotextura de la vía. En este tipo de modelos, el valor queda entonces determinado por una medida del perfil del camino.

1.6.3. Calibración de modelos de deterioro

Gutiérrez (2017) describe que el proceso de calibración de un modelo de deterioro supone definir un procedimiento de cálculo de factores numéricos a través del cual se pueda modificar el modelo teórico con base en ajustes relativos a la condición real de los caminos sujetos a análisis. De Solminihaç y Salgado (2002) señalan que los procesos de calibración permiten construir la curva de evolución del comportamiento de un pavimento típico a partir de datos de deterioro observado a distintas edades bajo características similares de tránsito, capacidad estructural y condiciones climáticas.

El objetivo de la calibración consiste en obtener modelos de predicción ajustados, los cuales ofrezcan una estimación confiable y representativa de las condiciones reales en sitio, respecto a los eventuales deterioros que pueda llegar a sufrir una vía, tal y como destaca Gutiérrez (2017). La calibración de los modelos supone contar con una base de datos robusta que permita reconstruir la curva teórica a partir de las consideraciones de ajuste. A partir estas estimaciones de reconstrucción del comportamiento de la curva de deterioro, la calibración facilita establecer planes de conservación que permitan optimizar el uso de recursos.

Ahora bien, en lo que respecta a los métodos para la calibración de modelos de deterioro, Gutiérrez (2017) señala que existen dos alternativas para tramos carreteros, de las cuales una está orientada a la evaluación progresiva de una única vía y la otra a la evaluación de diferentes vías con condiciones similares, esto a diferentes edades.

La primera se conoce como modelo de calibrado por tramo testigo, la cual consiste en registrar la evolución del deterioro de n camino durante un tiempo prolongado. La segunda es el método de “ventanas”, que consiste en seleccionar una [sic] tramos carreteros que tengan características similares pero edades diferentes a fin de registrar el estado de deterioro de cada una y así reconstruir su curva de comportamiento, realizándose en un plazo menor que el tramo testigo. (Gutiérrez, 2017, p.45)

Capítulo 2. Marco metodológico

Esta sección tiene como finalidad describir los métodos, procedimientos y criterios implementados en el desarrollo del presente proyecto de investigación a nivel académico, el cual atendió el propósito fundamental de la implementación de registros de Índice de Regularidad Internacional (IRI) obtenidos con equipos tipo respuesta (RTRRMS), para la generación de modelos preliminares de predicción de deterioro aplicables a rutas no pavimentadas, esto a través.

Arenas et al. (2000) describen la investigación como un proceso mediante el cual se busca dar respuesta a problemas del saber y el que, dado su carácter sistemático, faculta articular y retroalimentar la teoría existente, así como ser retroalimentado por la comunidad productora de conocimiento. De tal forma, la investigación constituye un proceso de construcción, renovación, adaptación y validación del conocimiento, que responde a la necesidad de solventar cuestionamientos humanos que se presentan como problemáticas (pp. 87-88).

2.1. Clasificación de la investigación

Existen diversas alternativas para la clasificación de los estudios investigativos. Estas categorizaciones responden a criterios de discretización como el propósito del desarrollo, el nivel de conocimientos adquiridos a través de este, los medios utilizados para la recolección de información y el enfoque de la investigación. A continuación, se presentan diferentes clasificaciones bajo las cuales se puede categorizar la presente investigación.

2.1.1. Enfoque de la investigación

Cauas (2015) define la investigación cuantitativa como aquella que utiliza preferentemente información cuantificable o medible, a diferencia del enfoque metodológico cualitativo que se centra en el uso de información relativa a las cualidades y propiedades de lo estudiado, estando dirigido este último a la descripción detallada de los fenómenos sujetos a investigación.

La metodología de investigación implementada en el proyecto se clasificó como mixta, al haber requerido tanto de un enfoque cuantitativo como uno cualitativo para el cumplimiento de los objetivos. De

acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2010), los métodos mixtos integran procesos sistemáticos, empíricos y críticos, que implican la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, así como su discusión conjunta para realizar inferencias en torno a la información recabada.

Es posible entonces justificar la clasificación de investigación mixta pues, bajo el criterio de enfoque metodológico, se podría clasificar este trabajo como una investigación cuantitativa, partiendo del hecho de que la principal información que se recolectó para alcanzar el objetivo fundamental planteado se deriva de índices y otros datos numéricos procedentes de las mediciones realizadas en sitio, así como del procesamiento y análisis de estos datos cuantificables. Lo anterior se refleja, a su vez en el tercer y cuarto objetivo específico del proyecto, dirigidos a la recolección de información y el tratamiento de esta.

Sin embargo, la actividad metodológica implementada para alcanzar objetivos puntuales como el primer y segundo objetivo específico del proyecto, requirieron total o parcialmente de un enfoque cualitativo, en el cual a partir de la información recopilada en diversas fuentes de referencia, resultó posible por ejemplo, realizar una descripción de los diferentes métodos para la medición de IRI y contrastarlos bajo distintos criterios, de forma que fue posible verificar su competencia e idoneidad para su uso en la implementación del IRI como indicador de la condición deterioro de vías no pavimentadas, en el caso del primer objetivo específico.

2.1.2. Propósito de la investigación

Los proyectos de investigación pueden ser clasificados utilizando como criterio su propósito o finalidad, esto en investigaciones básicas o en investigaciones aplicadas. Esteban Nieto (2018) describe la investigación aplicada como aquella orientada a la resolución de problemas que se presentan en cualquier actividad humana, de forma que están direccionadas a mejorar, optimizar o perfeccionar procesos, métodos y sistemas dentro de diversos campos (p. 3).

Con base en lo anterior, en el marco del propósito o la finalidad de la investigación, se categorizó este proyecto como una investigación de tipo aplicada, contemplando en primera instancia que esta parte de principios teóricos que se llevaron al campo práctico a través de actividades experimentales como la determinación de regularidad superficial y el URCl, el tratamiento de estos datos y el análisis de los resultados obtenidos. Así mismo, la investigación estuvo orientada a la creación de insumos que facilitasen los procesos de medición, como lo es la guía de uso e instalación del equipo elaborada, los cuales permitieran implementar posterior a la culminación del proyecto la evaluación de parámetros de regularidad como alternativa para mejorar la gestión del mantenimiento y la conservación vial a través de eventuales desarrollos de modelos de predicción, de forma que se adapta a lo descrito por Esteban Nieto (2018, p. 3).

Aunado a lo anterior, la información recabada a nivel práctico constituyó el insumo de mayor importancia para generar una primera aproximación de curvas de deterioro, de forma que para solventar la necesidad identificada y proporcionar un mecanismo objetivo para la evaluación y el monitoreo del deterioro de rutas no

pavimentadas, resultó necesario producir los insumos experimentales que facultasen el desarrollo de un plan piloto para la eventual generación de modelos de predicción de condición de este tipo de vías, lo cual coincide con un enfoque aplicado.

2.1.3. Forma de recolección de la información

Partiendo de los medios utilizados para recabar datos e información a través de la investigación, estos desarrollos pueden ser clasificados como documentales, de campo o experimentales. La investigación experimental recibe este nombre dado a que, según menciona la Universidad Veracruzana (s.f.) “obtiene su información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo”. De tal forma, este tipo de investigación parte de la reproducción de los fenómenos para su estudio, la verificación de hipótesis o la deducción de causas, permitiendo la manipulación de las variables, factores o condiciones presentes en el experimento.

Se clasifica la presente investigación como experimental, tomando como base que el desarrollo de un plan piloto para la generación de modelos de predicción de deterioro vial partió de la premisa de recolectar datos a través del desarrollo de evaluaciones periódicas con el fin de monitorear el detrimento de la condición de las vías no pavimentadas a través del tiempo. Las rutas seleccionadas se encontraban sujetas durante el periodo de evaluación a la acción y conjunción de diversos factores no manipulables como el clima, el tránsito y la topografía propia del camino, que influyeron sobre el deterioro de la superficie de ruedo, así como a la intervención de distintos regímenes de mantenimiento que podrían haber modificado de manera voluntaria la tendencia de menoscabo de su calidad.

2.2. Definición de categorías y variables

De acuerdo con Monje (2011), las categorías son conceptos que hacen parte de la investigación y surgen a partir del marco teórico, los cuales permiten definir la información que se utilizará para explicar o describir el tema de estudio, por lo que resulta necesario definir las de forma clara para delimitar el alcance de la investigación y organizar la recolección de datos.

Thiebaut (1998, como se citó en Monje, 2011) declara que “las categorías son unidades de significado que no son observables directamente. Las categorías son las clasificaciones más básicas de conceptualización y se refieren a clases de objetos de las que se pueda decir algo específicamente”.

El Cuadro 2 muestra las categorías identificadas en el desarrollo de la investigación, las cuales sirvieron inicialmente al propósito de direccionar la definición de fuentes de información y su análisis para la extracción del contenido pertinente.

Cuadro 2. Categorías de investigación.

Categoría	Subcategoría	Interrogantes
Métodos de medición de IRI: Recopilación de información sobre las diferentes metodologías normadas o técnicas soportadas para la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI).	Características y principios de cada método: Caracterización de los atributos a nivel de complejidad, grado de precisión y principio técnico de cada uno.	¿Cuál es el principio de determinación de la regularidad implementado por cada método? ¿Cuál es el grado de precisión asociado a cada método? ¿Cuál es el campo de aplicación o utilidad de cada método de acuerdo con sus características?
	Equipos implementados en cada método: Descripción general de los equipos utilizados por cada método, su campo de uso y otras.	¿Cuáles equipos existen para la medición de IRI y cómo se clasifican estos de acuerdo con los métodos de medición identificados?
Implementación RTRMS: Funcionamiento de los equipos de tipo respuesta (RTRMS), específicamente el ARRB Roughometer III, para la determinación de IRI.	Uso: Descripción detallada de la operación del dispositivo por parte del usuario, opciones y consideraciones.	¿Cómo se utiliza el equipo ARRB Roughometer III para determinar IRI? ¿Qué opciones y funcionalidades tiene disponibles el usuario controlador del dispositivo para las mediciones?
	Instalación: Insumos requeridos y proceso de instalación de los componentes del equipo, para su puesta en operación.	¿Qué recursos son necesarios para la instalación del equipo ARRB Roughometer III para su uso? ¿Qué verificaciones de se deben realizar para garantizar la adecuada instalación y calibración los componentes del equipo durante y posterior a su instalación?
	Limitaciones técnicas: Factores y variables que puedan afectar el uso del equipo para evaluaciones específicas.	¿Qué variables afectan la representatividad de los resultados? ¿Cuáles son los intervalos de funcionamiento del dispositivo respecto a condiciones del sitio, las superficies a evaluar y otros factores?
Validación de resultados de IRI: Verificación de la precisión y exactitud del equipo Roughometer III según se establece en ASTM E950.	Selección de patrón: Registros de IRI recabados con un equipo calibrado y de mayor precisión, a utilizar como referencia para validar la exactitud del equipo.	¿Qué requisitos deben de tener los datos de referencia para la verificación del sesgo? ¿Cuáles son fuentes o sujetos de información que puedan proveer estos insumos de referencia?
	Procedimientos: Métodos estandarizados para la verificación de precisión y exactitud en estos equipos.	¿Cuál es la metodología y los procedimientos por desarrollar para la verificación de la precisión y la exactitud de las mediciones con equipos de tipo respuesta?
	Limitaciones: Posibles riesgo o limitaciones que podrían atentar contra la verificación de la precisión o exactitud del equipo.	¿Cuáles son los recursos necesarios para llevar a cabo las verificaciones? ¿Qué factores podrían representar limitaciones que atenten contra la validación de los resultados? ¿Cuál sería el efecto de dichas limitaciones sobre la investigación y futuros desarrollos?

Categoría	Subcategoría	Interrogantes
Formato de resultados de IRI: Estructuración de formatos de informe de resultados de los datos recabados con el equipo ARRB Roughometer III.	Reportes de resultados Roughometer III: Informes y otros recursos generados por el software de procesamiento del equipo.	¿Qué información proporciona el equipo en los reportes de resultados? ¿Qué manipulación puede realizar el usuario de los datos registrados en las mediciones para la generación de reportes de resultados?
	Requerimientos técnicos: Información específica que se debe incluir dentro de los reportes de IRI.	¿Qué requerimientos de información para el reporte de IRI se exponen las guías y normas técnicas inherentes a la determinación de este índice? ¿Cuáles son las recomendaciones de forma para los informes de resultados de acuerdo con las guías y normas técnicas inherentes a la determinación de este índice?

Por otro lado, Cauas (2015) describe las variables como propiedades o características de un objeto o fenómeno, las cuales presentan variaciones sucesivas medibles a través del tiempo, siendo estas características observables o aspectos discernibles que pueden adoptar diferentes valores y expresarse en categorías. Las variables surgen de relaciones determinadas entre diferentes características observables, como indica Cauas (2015). Dichas relaciones pueden corresponder a causalidad, covariación, dependencia, asociación o influencia entre los aspectos observables.

Entre las variables identificadas a través del desarrollo de la investigación, se tienen los dos indicadores de condición de superficies no pavimentadas seleccionados para las evaluaciones que se realizaron sobre las vías; Índice de Regularidad Internacional (IRI) e índice de condición de caminos no pavimentados (URCI). A su vez, estos dos indicadores supusieron la medición de otras variables que definen su valor, como la distancia recorrida, la aceleración vertical del vehículo y la velocidad de circulación en el caso del cálculo del IRI y la cuantificación de diferentes tipos de deterioro superficial y su severidad dentro de una escala definida para la determinación del URCI.

Cauas (2015) establece también una serie de criterios para la clasificación de las variables, entre los cuales se pueden destacar la forma en que se presentan o su naturaleza; cualitativas y cuantitativas, según el número de valores que puedan tomar para variables cuantitativas; continuas y discontinuas, así como en función de la relación de causalidad; dependientes, independientes e intervinientes. Lo anterior describe con mayor claridad las variables de un fenómeno, esto para un mejor entendimiento que permita orientar la recolección de datos.

2.3. Sujetos de investigación o estudio

Hernández Sampieri et al. (2010) definen los sujetos u objetos de estudio en una investigación como aquellos que van a ser medidos, es decir, la unidad de análisis que se selecciona en función del objetivo de la investigación y el diseño de esta (p. 172). De acuerdo con Bernal (2010), la definición de la unidad de análisis debe responder al interés de definir quiénes y qué características deberán tener los sujetos objeto de estudio, sean estas personas, organizaciones, situaciones o factores. De esta forma, una vez definida la unidad de análisis, se debe delimitar la población que va a ser estudiada y para la cual se generalizarán los resultados.

Fracica Naranjo (1998) define población como “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 36). Para efectos del presente desarrollo académico, se tiene como unidad de análisis global o población las rutas no pavimentadas o en condición de superficie expuesta.

En adición a lo anterior, Bernal (2010) menciona que para una definición adecuada de la población resulta necesario delimitar este conjunto bajo los criterios de alcance, tiempo, elementos y unidades de muestreo, parámetros que contribuyen a la obtención de una muestra para la investigación que sea una representación fiel de la población de interés de acuerdo con los objetivos. Así mismo, Bernal (2010) identifica una serie de pasos para definir una muestra, los cuales arrancan por definir la población e identificar el marco muestral, que corresponde a “lista, el mapa o la fuente de donde pueden extractarse todas las unidades de muestreo o unidades de análisis en la población, y de donde se tomarán los sujetos objeto de estudio” (p. 161), para posteriormente determinar el tamaño de la muestra, elegir un procedimiento para el muestreo y, finalmente, proceder a seleccionar la muestra.

Ahora bien, siguiendo lo enunciado por los autores referenciados, se procedió a delimitar la población a estudiar con base en el sujeto de análisis. Contemplando los requerimientos y limitaciones que presentan los objetivos planteados para el proyecto respecto a la definición de la población, esto a nivel de tipo de superficie expuesta, condición de la superficie de rodamiento, régimen de mantenimiento de la ruta, ubicación geográfica, entre otros, es posible describir el conjunto seleccionado para el análisis. De acuerdo con los criterios propuestos por Bernal (2010), se delimitó la población para la selección de la muestra específicamente a vías pertenecientes a la Red Vial Cantonal (RVC), contemplando el campo de aplicación planteado para el proyecto dentro del Programa de Rehabilitación de la Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.

Conociendo el marco muestral que se desprendía del alcance y los requerimientos derivados de los objetivos del proyecto, así como las limitaciones y eventuales desafíos que podría haber implicado la evaluación periódica de vías, se delimitaron las alternativas de selección a rutas cantonales pertenecientes a la Municipalidad de Oreamuno, con superficie de rueda de lastre o tierra, que hubiesen sido recientemente intervenidas y se encontrasen en condición óptima, o bien, se pudiese establecer su condición funcional a partir de las últimas intervenciones registradas. Así mismo, las rutas se debían encontrar sometidas a distintos

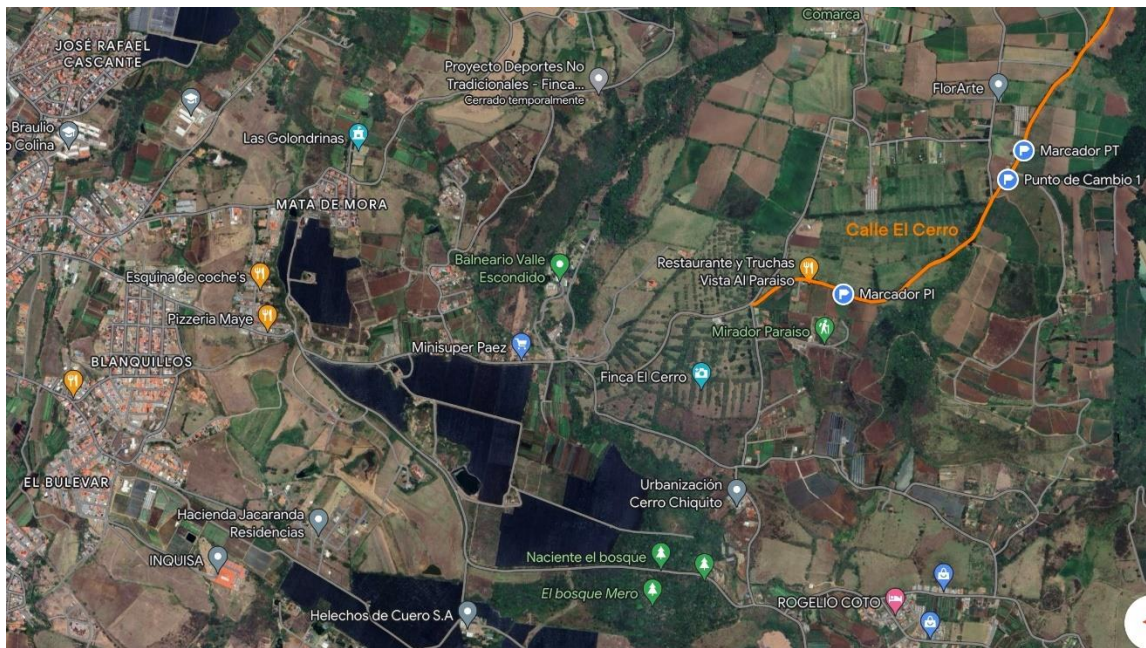
regímenes de mantenimiento; por un lado, labores de mantenimiento constantes y, por el otro, vías excluidas de programas e iniciativas de conservación.

Una vez delimitado el campo de selección específicamente a rutas pertenecientes al cantón de Oreamuno, dada su conveniencia en relación con las actividades del PRVC II, se definió el tamaño de la muestra y el procedimiento de muestreo que permitió realizar la selección final de las rutas no pavimentadas evaluadas a través del proyecto. El tamaño de la muestra fue determinado de forma dirigida en concordancia con los objetivos planteados para la generación de los modelos preliminares de predicción de deterioro, por lo que se definió que la muestra a evaluar estuviese compuesta por dos rutas diferentes, una sujeta a labores de mantenimiento constante a través de su ciclo de vida y otra que no estuviese sujeta a labores de conservación, con la intención inicial de que fuese posible contrastar la influencia de estas actividades sobre la tendencia de deterioro de las vías a través del tiempo. Cabe resaltar que las labores de mantenimiento se presentan en rutas incluidas dentro del programa Microempresas de Mantenimiento Vial por Estándares Comunitarias (MMEC), por lo que la ruta seleccionada bajo el criterio de conservación debía estar contemplada dentro de esta iniciativa. Por otro lado, el método de muestreo empleado consistió en un muestreo no probabilístico por conveniencia, pues la selección de los caminos que fueron evaluados en el proyecto dependía inicialmente de las rutas suministradas por el PRVC II. De tal manera, a través de visitas de reconocimiento a diferentes rutas no pavimentadas propuestas como alternativas, se realizó la selección de las dos rutas a monitorear durante el proyecto, utilizando como criterios de conveniencia el estado de la vía, su eventual intervención, el tránsito típico de ambas rutas, su inclusión dentro de los programas de conservación del PRVC II, entre otros, evaluados con el apoyo de los ingenieros Juan Carlos Barrantes y Mauricio Gonzáles Jiménez, representantes del PRVC II y la Municipalidad de Oreamuno respectivamente. El Cuadro 3 presenta algunas generalidades de las vías seleccionadas para el estudio, mientras que en las Figuras 6 y 7 muestran su ubicación.

Cuadro 3. Rutas seleccionadas para el monitoreo de IRI y URCl.

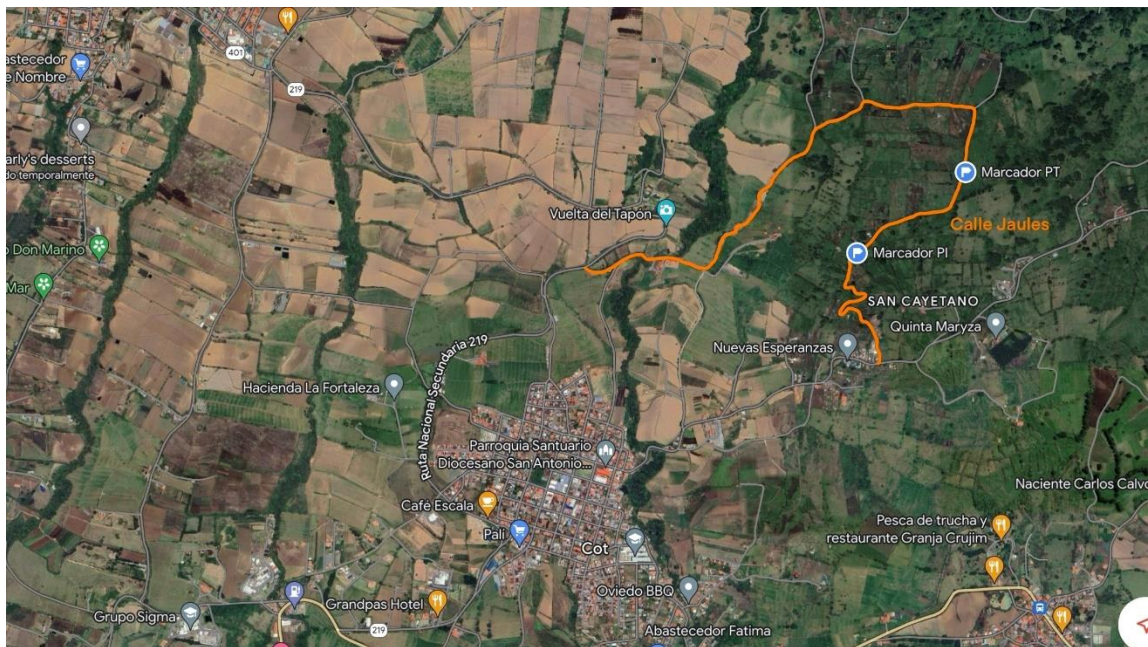
Nombre de la ruta	Cantón	Distrito	Código de camino	Coordenadas geográficas punto inicial	Coordenadas geográficas punto de final
Calle El Cerro	Oreamuno	Cipreses	3-07-013	(9,8653900; -83,8675600)	(9,8704115; -83,8610388)
Calle Jaules	Oreamuno	Cot	3-07-016	(9,9048878; -83,8608712)	(9,9077500; -83,8570490)

Figura 6. Ubicación Ruta Calle El Cerro.



Fuente. Google Maps, 2023.

Figura 7. Ubicación Ruta Calle Jaules.



Fuente. Google Maps, 2023.

Ahora bien, concretada la selección de las muestras, se identificaron los tramos de medición para los cuales se desarrollaron las labores de monitoreo, a partir de las cuales fue posible construir una primera aproximación de curvas de deterioro para las rutas evaluadas. La definición de los tramos de muestra se llevó a cabo tomando como base los criterios, características y condiciones establecidas para el cálculo de IRI a partir del registro de perfil longitudinal establecidas en la norma ASTM E950 (2022) y en la guía WTP-46 (1986) del Banco Mundial. Así mismo, se contempló para definir los tramos representativos analizados, las condiciones de funcionamiento y precisión del equipo ARRB Roughometer III, así como el efecto de variables tales como la condición del camino y velocidad de circulación, que se ven influidas en gran medida por el estado de la superficie y la pendiente, llegando a afectar los resultados.

Sobre los tramos seleccionados para la evaluación periódica de IRI, se realizó un análisis bajo la metodología establecida por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) en el TM 5-626, esto con el objetivo de delimitar los sectores donde se evaluó la condición de la vía bajo el indicador URCl. Para esto, se contemplaron criterios de uniformidad, cantidad de unidades de estudio y áreas mínimas establecidas para desarrollar la metodología de valoración, para concluir con la selección de unidades representativas de las secciones definidas.

2.4. Fuentes de información

Villaseñor (2008) hace referencia a las fuentes de información como todo aquel recurso que proporciona la información requerida ante un cuestionamiento, pudiendo ser estas personas, documentos, instituciones u otros recursos, creados o no para solventar este fin. “Las fuentes de información satisfacen todo tipo de demanda adecuándose a ellas con una variedad que las hace imprescindibles como instrumentos de trabajo o recursos informativos en cualquier búsqueda o necesidad informativa” (Villaseñor, 2008, p. 117). Así, sin importar la naturaleza de las necesidades que puedan llegar a suplir, las fuentes se caracterizan por compartir entre sí un carácter de utilidad.

Las fuentes pueden, a su vez, clasificarse atendiendo a diversos criterios, siendo el más común el origen de los datos que exponen. A partir de su origen, para fines de la metodología de investigación se identifican dos grupos principales de fuentes de información; fuentes primarias y fuentes secundarias.

2.4.1. Fuentes primarias

De acuerdo con Monje Álvarez (2011), las fuentes primarias corresponden a aquellas que proporcionan información de primera mano, la cual es referente a experiencias propias, investigaciones y resultados, de forma que constituyen información directa y ajena a las interpretaciones o valoraciones de otros autores. Según describe Bernal (2010), se obtiene información primaria cuando se observan los hechos de forma directa, esto por ejemplo mediante observaciones sistemáticas, entrevistas a personas que tienen relación directa con la situación sujeta a estudio, la medición de parámetros específicos, entre otros,

Con base en lo anterior, es posible afirmar que la principal fuente de información primaria para el desarrollo del presente proyecto correspondió a las mediciones y evaluaciones resultantes de los levantamientos desarrollados en campo. Concretamente, se desarrollaron para la recolección de información mediciones periódicas de IRI sobre ambas rutas seleccionadas y evaluaciones de la condición de las vías a través de la metodología URCl. Adicionalmente y en complemento con lo anterior, se llevaron a cabo conteos vehiculares manuales para caracterizar el tránsito en los sitios de estudio. Las evaluaciones anteriores se orientaron principalmente a la consecución del tercer y cuarto objetivos específicos del proyecto.

Por otra parte, a nivel teórico y documental, resulta posible identificar las siguientes fuentes de información primaria que contribuyeron al desarrollo del proyecto y a la consecución de los objetivos planteados, las cuales consisten principalmente en normas técnicas, informes técnicos, procedimientos estandarizados, manuales técnicos y de uso de instrumentos.

- World Bank Technical Paper Number 46 (WTP-46). Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements.
- ASTM E950/E950M – 22. Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces.
- Technical Manual No.5-626 (TM 5-626). UNSURFACED ROAD MAINTENANCE MANAGEMENT.
- ARRB Group Roughometer III User Manual.
- Informes de resultados de estudios geotécnicos y otros.

2.4.2. Fuentes secundarias

Por otra parte, Monje Álvarez (2011) hace referencia a una fuente secundaria como un “escrito acumulativo referente a las experiencias y teorías de otros autores. Es la descripción del estudio de una persona que no participó en la investigación, o diferente del autor original” (p. 75). De tal forma, las fuentes secundarias parten del procesamiento de la información de una fuente primaria, respondiendo a las necesidades de conocimiento a partir del análisis y la interpretación de otros documentos o datos recabados en investigaciones de terceros.

Para el desarrollo del presente proyecto, las fuentes secundarias consistieron principalmente en tesis y proyectos para la obtención de diversos grados académicos, publicaciones de autores en revistas y boletines, así como informes técnicos oficiales de instituciones públicas, principalmente del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). A continuación, se presentan algunas de las fuentes secundarias seleccionadas en función de los objetivos y actividades desarrolladas en el proyecto.

- Informe CEP-2020-0817-053. Gestión del Mantenimiento de Rutas con Superficie Expuesta.
- Evaluación de caminos no pavimentados por medio del Rugosímetro III. (Vargas & Ulate, 2014).
- Aplicación del método URCl para la evaluación del estado de condición de una ruta no pavimentada (Alburquerque & Menacho, 2022).
- Gestión de carreteras no pavimentadas (Gutiérrez, 2017).
- Modelo para mejorar la regularidad superficial mediante la técnica de cepillado (Chavarría, 2018).
- Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del Índice Regularidad Internacional (IRI): Aspectos y consideraciones importantes (Badilla, 2011).

2.5. Sujetos de información

Tomando como referencia las partes involucradas en el desarrollo del proyecto, así como otros profesionales con conocimientos y experiencia en el campo de investigación, es posible identificar los siguientes sujetos de información disponibles como recurso de consulta.

Cuadro 4. Sujetos de información disponibles para el desarrollo del proyecto.

Sujeto	Cargo o rol en relación con el proyecto	Información brindada
Ing. Hugo Cháves Gutiérrez	Director Área Vial del Programa de Rehabilitación de la Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.	– Alternativas de rutas no pavimentadas de acuerdo con las actividades ejecutadas dentro de la iniciativa MMEC.
Ing. Juan Carlos Barrantes Alpizar	Consultor especialista en estructuras de pavimentos del Programa de Rehabilitación de la Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.	– Estado de las labores de intervención y conservación de las rutas del PRVC II. – Buenas prácticas y procedimientos para el cálculo de IRI utilizando equipos de respuesta (RTRMS). – Asesoría respecto a la evaluación de caminos no pavimentados bajo la metodología URCl. – Criterios de selección de las rutas a evaluar para la

Sujeto	Cargo o rol en relación con el proyecto	Información brindada
		generación de curvas de deterioro.
Ing. Alonso Segura Navarro	Ingeniero del Programa de Rehabilitación de la Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.	– Informes de ensayos de caracterización de materiales. – Estado de avance intervenciones de la ruta incluida en el PRVC II. – Labores de mantenimiento llevadas a cabo con el paso del tiempo sobre la ruta incluida dentro del PRVC II.
Ing. Juan Carlos Elizondo Ramírez	Director a.i. Subdirección de Geotécnica y Materiales MOPT.	– Disponibilidad y uso de los recursos del Laboratorio de Materiales del MOPT.
Ing. José Aníbal Sanabria Valverde	Jefe Departamento de Pavimentos Subdirección de Geotécnica y Materiales MOPT.	– Antecedentes de uso del equipo de tipo respuesta ARRB Roughometer III.
Ing. Mauricio Gonzáles Jiménez	Director de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Oreamuno.	– Historial de intervenciones sobre las rutas del cantón de Oreamuno. – Inventario vial, códigos de camino y demás información relativa a la gestión vial dentro de la Municipalidad.
Ing. Sergio Fernández Cerdas	Profesor de la Escuela de Ingeniería en Construcción a cargo del curso Construcción de Pavimentos.	– Buenas prácticas y procedimientos para el cálculo de IRI utilizando equipos de respuesta (RTRRMS). – Asesoría general ante consultas técnicas del proyecto.

2.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de información

Hernández Sampieri et al. (2010) mencionan que “recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198), para lo que según indican se dispone de una variedad de instrumentos y técnicas que responden tanto a enfoques cualitativos como cuantitativos.

Los planes de recolección de información deben contemplar las variables y categorías definidas para la investigación, la muestra seleccionada para el estudio, además de los recursos disponibles y las limitaciones que estos puedan suponer. Ya que, de acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2010), el plan debe permitir

determinar a partir de estos cuáles son las fuentes de donde se obtendrán los datos y en dónde se ubican, cuáles son los medios o procedimientos necesarios para la recolección de datos y de qué forma van a prepararse los datos recolectados para que puedan analizarse y llegar a solventar el cuestionamiento o problema planteado en la investigación.

A continuación, se indican las técnicas e instrumentos que se emplearon para la recolección de información durante el desarrollo del presente proyecto académico, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo.

2.6.1. Revisión documental

Las revisiones documentales o bibliográficas constituyen un proceso de exploración y evaluación de fuentes primarias y secundarias mediante el cual es posible extraer información concerniente a un tema de interés específico, partiendo de el rastreo variables y conceptos. De acuerdo con Bernal (2010), así es posible “establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio” (p. 111).

La revisión documental permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; construir premisas de partida; consolidar autores para elaborar una base teórica; hacer relaciones entre trabajos; rastrear preguntas y objetivos de investigación; observar las estéticas de los procedimientos (metodologías de abordaje); establecer semejanzas y diferencias entre los trabajos y las ideas del investigador; categorizar experiencias; distinguir los elementos más abordados con sus esquemas observacionales; y precisar ámbitos no explorados. (Valencia, 2012)

A nivel de este proyecto académico, se implementaron revisiones documentales en torno a distintos temas de interés y partiendo de la formulación de preguntas que los aborasen, como técnica de obtención de información que facultara identificar y caracterizar diferentes métodos y procesos para la medición de variables de interés, validar la selección de instrumentos y equipos para la recolección de datos, respaldar los procedimientos a ejecutar para el desarrollo de mediciones y otras evaluaciones, caracterizar los sujetos de estudio bajo distintos criterios, además de brindar un respaldo teórico para el análisis de los resultados derivados del tratamiento de los datos registrados.

Adicionalmente, mediante la implementación de esta técnica, fue posible evaluar fuentes primarias específicas, concretamente informes técnicos emitidos para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y para el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Primeramente, lo anterior tuvo como finalidad extraer información relativa a las intervenciones y labores de conservación realizadas en las rutas a evaluar, la

caracterización de los materiales y capas existentes en cada una de las vías y demás información pueda llegar a contribuir al desarrollo y análisis de la primera aproximación de curvas de deterioro.

2.6.2. Observación

Como parte de las actividades necesarias para caracterizar las vías no pavimentadas sobre las cuales se realizaron las mediciones, aspecto relativo al tercer objetivo específico definido, se llevó a cabo un conteo vehicular para la determinación del Tránsito Promedio Diario (TPD) de las rutas. Este se realizó partiendo de un formato que permite el registro y la clasificación de los vehículos que circulan por la ruta durante un periodo de tiempo específico que el investigador permanece como observador en el sitio.

Monje Álvarez (2011) indica que la observación simple es un mecanismo que tiene como objetivo comprender el comportamiento de un sujeto en su medio natural o el de las variables que lo describen, de forma que permite registrar información con un mínimo de estructura y sin interferencia del investigador, respecto a aspectos específicos de interés. Los conteos vehiculares constituyen entonces procesos de observación simple, pues se basan en la observación de un fenómeno bajo sus condiciones naturales, sin que el investigador modifique las variables que moldean su comportamiento. Por otro lado, apoyándose en lo descrito por Hernández Sampieri et al. (2010), los conteos corresponden, a su vez, a procesos de observación cuantitativa, que se caracterizan por el uso de formularios de observación estandarizados para el registro de los aspectos de interés, de forma que el observador entienda la manera de definida de asignar unidades a cada categoría o variable sujeta a evaluación.

2.6.3. Indicadores de condición de rutas no pavimentadas

En el informe CEP-2020-0817-053, Barrantes (2020) sugiere como parte de un sistema de gestión de vías y planes de mantenimiento de rutas dentro del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el desarrollo de modelos de predicción de condición, conocidos como curvas de deterioro. Estos modelos permiten pronosticar el desempeño de una estructura vial para condiciones específicas de tránsito, clima, topografía y geológicas, de forma que resulta posible estimar el comportamiento de una ruta a lo largo del tiempo e identificar los momentos oportunos para realizar labores de conservación y mantenimiento, extendiendo el ciclo de vida de la estructura y optimizando la condición del camino a lo largo de este.

Los modelos de predicción se construyen a partir de información recabada mediante mediciones constantes a lo largo del tiempo, ejecutadas bajo procedimientos normados y técnicamente soportados de la condición del pavimento o superficie de rodamiento, según indica Barrantes (2020). Existen múltiples tipos de indicadores de condición de pavimentos, sin embargo, en este proyecto se evaluaron de forma periódica del

Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el índice de condición de caminos no pavimentados (URCI), con el objetivo de reunir los insumos necesarios para generar una primera aproximación de curvas de deterioro de rutas en condición de superficie expuesta. Cabe resaltar que, como indica Barrantes (2020), la selección de los indicadores de condición idóneos para determinado proyecto u objetivo se realiza contemplando la disponibilidad de equipos, la normativa nacional, los requerimientos de personal, la disponibilidad de equipos, la replicabilidad y exactitud de las pruebas, entre otros.

2.6.3.1. Evaluaciones de Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Las mediciones de Índice de Regularidad Internacional (IRI) de las rutas monitoreadas durante el proyecto se llevaron a cabo haciendo uso del equipo de tipo respuesta (RTRMS) ARRB Roughometer III, el cual se contempla dentro de los métodos de Clase 3 para la obtención de este índice, de acuerdo con el Sayers et al. (1986). Cabe resaltar que las mediciones con el equipo de tipo respuesta se llevaron a cabo siguiendo las indicaciones y recomendaciones establecidas por el fabricante del dispositivo, la metodología establecida por el Banco Mundial en el WTP-46 y los criterios expuestos en la norma ASTM E950, inherentes a la metodología estandarizada para la medición del perfil longitudinal de superficies recorridas.

El equipo ARRB Roughometer III consiste a grandes rasgos en un dispositivo que registra movimiento acumulado de la suspensión de un vehículo para una superficie circulada, esto por medio de un acelerómetro vertical que se instala en el eje trasero del vehículo, el cual puede detectar las irregularidades superficiales de la vía por el efecto que generan estas sobre el movimiento vertical del auto y de un odómetro que registra la distancia recorrida durante la medición. A partir de la información recabada por estos dos instrumentos, el dispositivo realiza el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) a nivel global y por tramos del camino sujeto a medición, así como para las secciones establecidas manualmente por el usuario.

El monitoreo para la recolección de información referente al IRI en las dos rutas no pavimentadas seleccionadas, consistió en la ejecución de mediciones periódicas continuas para registrar el detrimento de su condición con el paso del tiempo, para lo cual se estableció un intervalo máximo entre mediciones consecutivas de 15 días naturales, esto contemplando la tendencia de deterioro de este tipo de rutas y el periodo establecido para el desarrollo del presente trabajo final de graduación. Lo anterior pues el intervalo entre mediciones podría ser mayor, pero eso limitaba la cantidad de información disponible para generar las curvas de deterioro propuestas. Adicionalmente, antes de iniciar las evaluaciones de IRI, se definieron secciones de medición dentro de los tramos absolutos que representan cada una de las rutas no pavimentadas seleccionadas. Estas secciones corresponden a segmentos de interés identificados dentro de la ruta sujeta a los monitoreos, los cuales fueron delimitados por puntos de referencia que se registran en el dispositivo durante las evaluaciones y no interfieren con el desarrollo de las mediciones con el equipo Roughometer III, únicamente permiten obtener información específica del IRI discretizada para dichas secciones.

El objetivo de establecer secciones de medición dentro de las rutas seleccionadas para el proyecto respondió al interés de minimizar el sesgo sobre la información a implementar para la construcción de las curvas de deterioro, esto contemplando el efecto que podrían haber generado variables como la velocidad de circulación sobre la representatividad de los resultados obtenidos con el equipo de tipo respuesta, esto derivado de sus principios de funcionamiento. Por tanto, se realizó un recorrido de reconocimiento de las vías en el cual se realizó la elección de las secciones a partir de las cuales fueron construidas las curvas de deterioro, esto partiendo de la evaluación de factores como los niveles de pendiente, la condición de la superficie, la presencia y calidad de los drenajes, el ancho de la vía, entre otros que incidan directa o indirectamente sobre la velocidad a la que puede circular el vehículo dispuesto para las mediciones, procurando evitar de acuerdo con la recomendación de ARRB Group (2016) secciones con velocidades de circulación que sean aproximadamente iguales o menores a 25 km/h.

Al momento de realizar las mediciones se registraron además las condiciones climáticas del sitio, eventuales singularidades temporales y cualquier otro factor diferenciante o de interés que pudiese haber influenciado los datos registrados, para su consideración a la hora de procesar y analizar los datos para el desarrollo de las curvas de deterioro.

2.6.3.2. Evaluaciones de índice de condición de caminos no pavimentados (URCI)

Como complemento del IRI, se realizó un monitoreo a través del tiempo del índice de condición de caminos no pavimentados (URCI), siguiendo para esto la metodología establecida por el Departamento de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos ("US Army Corps of Engineers") en el Manual Técnico TM 5-626. De tal forma, se evaluaron las secciones previamente definidas para la obtención de datos, al cuantificar mediante mediciones y observaciones en campo cada uno de los siete tipos de deterioro establecidos en el manual de referencia y descritos en la sección 1.1.4. del marco teórico de este proyecto, así como su nivel de severidad. A partir de los desperfectos cuantificados, se calculó el valor de deducción para cada deterioro determinado, para obtener el valor numérico asociado al nivel de condición de la superficie no pavimentada.

Tal y como indica Barrantes (2020), este indicador, que corresponde a un índice compuesto de deterioros, provee de forma indirecta información de la regularidad e integridad estructural de una vía, pues al evaluar de forma independiente cada tipo de deterioro, permite establecer si el detrimento de la condición es de índole estructural o funcional, así como su proporción. Lo anterior justifica la utilidad de la evaluación conjunta del IRI y del URCI en el monitoreo de las rutas seleccionadas para el proyecto, esto con base en la correlación que estos dos indicadores puedan presentar y su utilidad para la construcción las curvas de deterioro.

El registro del URCI de las rutas sujetas a valoración se realizó entonces de forma paralela a las mediciones para la obtención del índice de regularidad IRI, es decir, bajo evaluaciones periódicas continuas en

intervalos máximos de 15 días naturales. De tal forma, se aseguró poseer datos de URCI que coincidieran temporalmente con los índices IRI, de forma que se garantizó que los registros de condición y regularidad de las secciones definidas, necesarios para la construcción de la aproximación de las curvas, coincidieran entre sí en lo que respecta al nivel de deterioro de la vía.

2.7. Análisis y procesamiento de la información

Sarduy Domínguez (2007) expresa que el análisis y procesamiento de información parte desde la simple recopilación y evaluación de textos y otras fuentes de información, definidas con base en las necesidades del estudio y en concordancia con los objetivos planteados, hasta su interpretación con el fin de obtener ideas relevantes que permitan expresar, almacenar y recuperar la información de interés contenida.

El análisis de información forma parte del proceso de adquisición y apropiación de los conocimientos latentes acumulados en distintas fuentes de información. El análisis busca identificar la información "útil", es decir, aquella que interesa al usuario, a partir de una gran cantidad de datos. (Sarduy Domínguez, 2007)

El producto resultante del análisis de la información recabada a través de un proceso investigativo debe ser transmitido en un lenguaje y forma sencillos, directo, sin ambigüedades y bajo un orden lógico que facilite al lector la comprensión del estudio, según indica Sarduy Domínguez (2007). Para el análisis y procesamiento de la información recolectada en la investigación, se implementaron principalmente métodos de análisis del contenido de las fuentes documentales, los cuales permitieron identificar la información de interés y utilidad para la investigación, así como métodos de diagramación y síntesis de información que facilitaron presentar los contenidos recopilados por extracción e inferencia de las fuentes, así como la correlación de datos que permitió detectar tendencias y similitudes entre la información recabada bajo los diferentes criterios y métodos establecidos, con el fin de validar la interpretación del fenómeno sujeto a estudio. Lo anterior facilitó la síntesis de los resultados pertinentes para la investigación a través de recursos como tablas, gráficos, guías, matrices comparativas, diagramas, formatos de presentación de datos, entre otros.

Con la finalidad de describir la forma específica en que se realiza el procesamiento de la información y su análisis, los cuadros 5, 6, 7 y 8 detallan los diferentes productos esperados en principio del desarrollo de cada uno de los objetivos específicos del proyecto, con los respectivos métodos de análisis de la información implementados en las actividades necesarias para su consecución, así como forma de presentación de estos resultados.

Cuadro 5. Síntesis del análisis y procesamiento de información para el primer objetivo específico.

Objetivo específico	Productos	Actividades relativas al análisis y procesamiento de información	Formato de presentación
OE1: Comparar los diferentes métodos establecidos para la medición del Índice de Regularidad Internacional (IRI) contrastando sus niveles de complejidad, grados de precisión y repetitividad de acuerdo con la literatura, para la verificación de la competencia de los equipos tipo respuesta (RTRRMS) en implementación del IRI como indicador de la condición deterioro de vías no pavimentadas.	Descripción de las principales características los distintos métodos para la medición de IRI y los equipos implementados por cada uno.	Análisis de contenido temático para la recopilación de información pertinente.	Cuadros y tablas comparativas.
	Análisis FODA (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) de cada uno de los métodos de medición de IRI, que faculte su competencia o idoneidad para el fin planteado, es decir, la determinación de IRI como indicador en vías no pavimentadas.	Análisis de contenido temático para la recopilación de información pertinente y análisis comparativo para la inferencia respecto a los criterios planteados.	Cuadros resumen de evaluación FODA.
	Matriz comparativa que permita valorar cuantitativamente la idoneidad de los métodos para la evaluación del IRI como indicador de vías no pavimentadas.	Análisis de contenido temático para la valoración de las diferentes alternativas propuestas en la matriz respecto a los criterios de evaluación planteados.	Cuadros de criterios de evaluación y matriz comparativa.

Cuadro 6. Síntesis del análisis y procesamiento de información para el segundo objetivo específico.

Objetivo específico	Productos	Actividades relativas al análisis y procesamiento de información	Formato de presentación
OE2: Evaluar la condición a nivel operativo del dispositivo RTRRMS Roughometer III mediante el estudio de la precisión y exactitud de sus resultados de Índice de Regularidad Internacional (IRI) bajo condiciones de prueba, con el fin de la validación de su puesta en funcionamiento para la evaluación de parámetros de regularidad y documentación del deterioro vial de rutas no pavimentadas.	Guía sintetizada de uso e instalación del equipo RTRRMS Roughometer III.	Análisis de contenido temático fuentes como manuales, metodologías y guías para la determinación de IRI con el equipo Roughometer III para la identificación de información pertinente y su síntesis.	Guías y diagramas.
	Plantilla del formato de informe de resultados de las mediciones realizadas con el equipo.	Análisis de contenido de los reportes de resultados generados por el equipo Roughometer III, así como de los requerimientos de reporte establecidos en las normas o guías de Roughometer III medición de IRI pertinentes, con el fin de determinar la forma y contenidos a abordar en informes de resultados.	Formato estandarizado de registro de datos.
	Equipo RTRRMS Roughometer III instalado y dispuesto para efectuar mediciones.	Análisis de contenido del manual del equipo para la identificación de información pertinente para el diseño de un proceso de verificación del estatus operativo y funcional del dispositivo Roughometer III.	Cuadros de verificación.
	Respaldo de la validez de los resultados obtenidos a través del Roughometer III bajo los criterios de precisión y exactitud descritos en la norma ASTM E950.	Triangulación de datos y análisis estadístico para la validación de la información recolectada con el equipo Roughometer III bajo los criterios planteados, esto a través de la metodología descrita en ASTM E950.	Tablas de resultados.

Cuadro 7. Síntesis del análisis y procesamiento de información para el tercer objetivo específico.

Objetivo específico	Productos	Actividades relativas al análisis y procesamiento de información	Formato de presentación
OE3: Registrar el deterioro superficial de dos rutas no pavimentadas recién atendidas, cada una bajo un distinto régimen de mantenimiento, mediante la evaluación periódica del Índice de Regularidad Internacional (IRI) utilizando el RTRMS Roughometer III y del URCI como indicador complementario de condición, para la comparación del detrimento de ambas vías durante la época lluviosa en Costa Rica.	Caracterización de materiales y capas de las rutas sujetas a evaluación a partir de los informes de laboratorio suministrados.	Análisis de contenido temático para la identificación de información pertinente y su síntesis.	Tablas y cuadros.
	Estudios de tránsito.	Discretización y procesamiento de la información recolectada a través de conteos vehiculares con respecto a lo establecido en diferentes metodologías estimación de indicadores de flujo vehicular.	Tablas de resultados.
	Registro de Índices de Regularidad Internacional (IRI) de las vías y su variación durante el periodo de estudio.	Procesamiento y extracción de resultados a través del software Roughometer III dispuesto por el fabricante tal fin.	Tablas, informes de medición y gráficos.
	Registro de índice de condición de caminos no pavimentados (URCI) de las vías y su variación durante el periodo de estudio.	Procesamiento de los datos recolectados en sitio bajo la metodología establecida en el manual técnico TM 5-626, para la determinación de índices de condición a partir de deducciones por deterioro registrado.	Tablas, informes de medición y gráficos.

Cuadro 8. Síntesis del análisis y procesamiento de información para el cuarto objetivo específico.

Objetivo específico	Productos	Actividades relativas al análisis y procesamiento de información	Formato de presentación
OE4: Generar una primera aproximación de curvas de deterioro a partir de la información registrada para las dos rutas en estudio, considerando las condiciones geotécnicas, climáticas, de tránsito y topográficas inherentes a cada una y su influencia sobre el detrimento de las condiciones de las vías, como insumo piloto para el futuro desarrollo de modelos de predicción del desempeño en rutas con superficie expuesta por parte del MOPT.	Primera aproximación de curvas de deterioro para el periodo de medición a partir del registro de los indicadores de condición IRI y URCl.	Análisis estadístico inferencial de los indicadores IRI y URCl registrados a través del tiempo para definir su correlación y graficación de los datos para la construcción de las curvas de tendencia de deterioro.	Gráficos de dispersión.

Capítulo 3: Resultados

3.1. Objetivo específico 1 (OE1)

3.1.1. Caracterización de los métodos de medición de IRI

Como es posible evidenciar en el punto 1.1.5. del marco teórico del proyecto, el Banco Mundial categoriza los diferentes procedimientos, instrumentos o equipos de medición del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en cuatro clases de métodos, esto con base en criterios de precisión, en cuán directa es la medición del perfil longitudinal y en el principio de funcionamiento de las técnicas de evaluación o equipos de medición.

En primera instancia, se tienen los métodos de medición directa del perfil longitudinal, que corresponden a los métodos de Clase 1 y Clase 2. Estos se caracterizan por implementar equipos de características similares, variando mayormente entre sí el grado de precisión asociado a los resultados obtenidos y no sus principios de cálculo del IRI. La Tabla 1 muestra los límites de precisión establecidos por Sayers et al. (1986) en el WTP-46 del Banco Mundial, esto en función del intervalo de regularidad característico de las superficies a evaluar.

Tabla 1. Requerimientos de precisión y frecuencia para métodos perfilométricos.

Rango de regularidad IRI (m/km)	Intervalo máximo de medición entre puntos (mm)		Precisión de las mediciones de elevación (mm)	
	Clase 1	Clase 2	Clase 1	Clase 2
1,0 – 3,0	250	500	0,5	1,0
3,0 – 5,0	250	500	1,0	1,5
5,0 – 7,0	250	500	1,5	2,5
7,0 – 10,0	250	500	2,0	4,0
10,0 – 20,0	250	500	3,0	6,0

Fuente. Sayers, 1986.

Si bien es cierto los métodos perfilométricos proveen resultados con el mayor grado de precisión, existen equipos que recurren al cálculo del perfil longitudinal por medio de correlaciones matemáticas, siendo ampliamente reconocidos y utilizados en todo el mundo los catalogados como de tipo respuesta (RTRRMS). Cada equipo de medición de IRI tiene campos de aplicación o contextos donde resulta de suma utilidad para la

evaluación de regularidad superficial, esto con base en las necesidades del estudio y la concordancia entre los criterios de aceptación de los resultados respecto a factores como la precisión de los equipos. El Cuadro 9 muestra una comparativa entre algunos equipos de medición de regularidad, contrastando sus grados de precisión, aplicaciones comunes y otras características.

Cuadro 9. Equipos utilizados para la medición de la regularidad superficial de pavimentos.

Equipo	Descripción	Grado de precisión	Aplicaciones	Complejidad del equipo	Observaciones
Nivel y mira topográfica	Es la manera más conocida para la medición del perfil longitudinal. El equipo consiste en una mira de precisión graduada con unidades convenientes de elevación (típicamente divisiones de cm o ft), y un nivel topográfico empleado para establecer el dato de la línea horizontal.	Muy alto.	Mediciones de perfil y calibración de equipos más complejos.	Simple.	Poco práctico y costos muy elevados para proyectos largos.
Dipstick	El Dipstick consiste en un inclinómetro sostenido entre dos apoyos separados por 300 mm o 250 mm (dependiendo de las unidades de análisis, los apoyos pueden separarse 12 pulgadas), los cuales registran la elevación de un apoyo relativo a la elevación del otro.	Muy alto.	Mediciones de perfil y calibración de equipos más complejos.	Muy Simple.	Poco práctico y costos elevados para proyectos largos.
Perfilógrafos	Los perfilógrafos tienen una rueda sensible, montada al centro del marco para mantener el movimiento vertical libre. La desviación de un plano de referencia, establecido por el marco del perfilógrafo, se registra (automáticamente en algunos modelos) en papel según el movimiento de la rueda sensible. Se pueden encontrar en una gran variedad de formas, configuraciones y marcas.	Medio.	Control de calidad y recepción de obras.	Simple.	No son prácticos para evaluar la condición a nivel de red.

Equipo	Descripción	Grado de precisión	Aplicaciones	Complejidad del equipo	Observaciones
Equipos tipo respuesta (RTRRMS)	Los equipos RTRRMS operan a la velocidad normal de circulación de una carretera. Miden los movimientos verticales del eje trasero del automóvil o el eje del remolque respecto al marco del vehículo. De esta manera se mide la respuesta (rebote) del vehículo a la regularidad del camino, por lo que no es realmente una medida verdadera de la lisura de la superficie.	Medio.	Monitoreo de carreras a nivel de red.	Compleja.	Los resultados no son transportables ni estables en el tiempo, pues dependen de la dinámica particular del movimiento del vehículo.
Perfilómetro inercial	Son equipos de alto rendimiento que producen medidas automáticas y de alta calidad del perfil del camino. Determina el movimiento vertical del eje de referencia y mide desplazamiento relativo entre el vehículo y la superficie del pavimento. Las mediciones son independientes de cualquier variación en el peso y velocidad del vehículo, temperatura, color y textura del pavimento.	Muy alto.	Monitoreo de carreteras a nivel de red y recepción de proyectos viales.	Muy compleja.	Equipo de alta precisión, cuyos resultados son transportables y estables en el tiempo. Su principal uso es la evaluación de redes viales grandes.

Fuente. Badilla, 2011.

3.1.2. IRI como indicador de condición de vías no pavimentadas

Ahora bien, partiendo del análisis conjunto de la caracterización de los métodos de medición de IRI y de la Sección 1.1.5 del Marco teórico, que detalla las características inherentes a cada una de las clases de medición establecidas por Sayers et al. (1986), es posible evaluar la aplicabilidad de los diferentes métodos de medición de IRI con respecto al propósito que persigue el presente proyecto académico, contrastando sus niveles de complejidad, grados de precisión y repetitividad. Aunado a lo anterior, resulta pertinente sumar al análisis comparativo de los métodos de medición criterios relativos al costo económico, disponibilidad de recursos y compatibilidad de los equipos con los requerimientos y condiciones bajo las cuales se realicen las evaluaciones necesarias para la implementación del IRI como indicador de la condición deterioro de vías no pavimentadas.

Para contrastar los diferentes métodos identificados para la medición de IRI, se seleccionó la técnica de análisis FODA, que según describen Sarli et al. (2015) consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que describen la situación a nivel interno respecto al ítem, decisión o estrategia evaluada, así como una evaluación externa que reconoce las oportunidades y amenazas de esta respecto a un marco de referencia.

Este tipo de diagnósticos permiten elegir o descartar estrategias de abordaje de problemas, o bien, realizar una selección entre alternativas con base los criterios positivos y negativos que representan respecto a un problema de estudio. Los Cuadros 10, 11, 12 y 13 presentan el análisis FODA de cada una de las cuatro clases de métodos de medición de IRI, partiendo de un análisis interno relacionado con las características propias de cada método y de un análisis externo que valora su posición respecto a las condiciones bajo las cuales se deben realizar las mediciones de IRI según los objetivos planteados.

Cuadro 10. Análisis FODA para la medición de IRI mediante métodos de Clase I.

FODA Métodos Clase I					
Análisis interno			Análisis Externo		
Aspectos negativos	Debilidades		Amenazas		
	1	Dado el principio de funcionamiento de los equipos y las metodologías de medición, las técnicas catalogadas como Clase I requieren de un alto esfuerzo e inversión de tiempo para llevar a cabo las mediciones.	1	El Laboratorio de Materiales del MOPT no cuenta con equipos catalogados dentro de esta clase, lo que supondría alquilarlos para las evaluaciones o subcontratar las actividades.	
	2	En general son métodos poco prácticos para evaluaciones extensas, derivado de la menor velocidad o ritmo de avance en las mediciones en comparación a otras alternativas.	2	Este tipo de métodos no se adaptan a las evaluaciones de red, contemplando principalmente la velocidad de avance de las mediciones respecto a las extensas longitudes de evaluación, lo que los convierte en alternativas ineficientes y poco prácticas.	
	3	Requieren operadores capacitados para garantizar la exactitud que los caracteriza, debido a la alta influencia que posee la correcta operación de los equipos sobre la precisión y el sesgo en los resultados.	3	La no disponibilidad de los equipos y la velocidad de avance relativamente lenta de los métodos Clase I, los convierte en alternativas poco viables para el monitoreo del deterioro de rutas mediante evaluaciones periódicas.	
	4	Métodos como el de nivel y mira topográfica requieren de una cuadrilla conformada como mínimo por dos o tres personas para la ejecución de las mediciones.			
Aspectos positivos	Fortalezas		Oportunidades		
	1	Método de más alta precisión, con una reproducibilidad numérica inmejorable a nivel práctico.	1	Las condiciones de regularidad superficial, polvo en el aire y otras inherentes a la naturaleza de los caminos no pavimentados, no atentaría contra la precisión de los resultados obtenidos mediante estos métodos.	
	2	Medición directa del perfil longitudinal de la vía, lo que minimiza el sesgo asociado a mediciones indirectas.			
	3	Capacidad para ser implementados en una amplia gama de niveles de regularidad superficial.			
	4	Existencia de diferentes equipos que permiten medir el IRI en diferentes tipos de terreno.			
	5	Permiten validar métodos de medición de clases inferiores (Clase 2 y Clase 3).			
	6	Los equipos son relativamente simples en cuando a funcionamiento y operación.			
	7	Mediciones independientes de la velocidad de circulación o avance, en el caso de métodos estáticos.			
	8	No requieren calibración a partir de referencias de otros métodos/equipos para la medición de IRI.			

Cuadro 11. Análisis FODA para la medición de IRI mediante métodos de Clase II.

		Análisis interno		Análisis Externo	
Aspectos negativos	Debilidades		Amenazas		
	1	Requieren de equipos que presentan un muy elevado costo económico, especialmente los perfilómetros de alta velocidad.	1	El Laboratorio de Materiales del MOPT no cuenta con equipos catalogados dentro de esta clase, lo que supondría alquilarlos para las evaluaciones o subcontratar las actividades.	
	2	Requieren operadores profesionales, dada la complejidad de los equipos en cuando a funcionamiento y operación, así como a la interpretación de datos durante las evaluaciones.	2	El alto costo económico y delicadeza de los equipos catalogados como Clase II, los puede llegar a convertir en una alternativa poco adecuada para la evaluación de IRI en superficies irregulares, como rutas no pavimentadas.	
	3	En general, los equipos catalogados como Clase II son muy delicados, siendo susceptibles a daños derivados de una inadecuada operación, factores ambientales u otros.	3	La precisión de equipos láser se puede ver afectada por factores como el polvo en el aire, típico de rutas no pavimentadas.	
	4	Resulta necesario calibrar los equipos para garantizar se encuentren dentro de los límites de precisión establecidos para métodos de Clase II, esto recurriendo a métodos de Clase I como referencia.	4		
	5	La presencia de alcantarillas sin tapa, juntas con mucha separación u otras condiciones que impidan la proyección del láser sobre el nivel de la superficie, pueden generar interferencias en la señal de este componente y resultados imprecisos de regularidad en la zona de afectación.	5		
Aspectos positivos	Fortalezas		Oportunidades		
	1	Estos métodos presentan una precisión bastante alta en sus mediciones.	1	La mayor parte de estos equipos no poseen una velocidad mínima de circulación a la cual realizar las mediciones, o bien presentan un extenso rango de velocidades en las cuales mantienen sus características de precisión. Lo anterior facilitaría la evaluación de rutas no pavimentadas, pues permitiría adaptar la velocidad de circulación al tipo de superficie y su condición de deterioro, sin tener que comprometer ni la validez de los resultados ni factores de seguridad para realizar las mediciones.	
	2	Medición directa del perfil longitudinal de la vía, lo que minimiza el sesgo asociado a mediciones indirectas.			
	3	Dentro de los métodos contemplados, puede presentarse el uso de equipos similares a los de Clase 1, siendo tan solo ligeramente menos precisos.			
	4	Permiten obtener rápidamente mediciones de alta calidad, contemplando que la mayor parte de los equipos recurren al desplazamiento en un vehículo para la medición del perfil.			
	5	Permiten validar métodos de medición de clases inferiores (Clase 3).			

Cuadro 12. Análisis FODA para la medición de IRI mediante métodos de Clase III.

		Análisis interno		Análisis Externo	
Aspectos negativos	Debilidades		Amenazas		
	1	Los resultados pueden llegar a ser sensibles a variables como la velocidad de circulación, características y estado del sistema de suspensión del vehículo, presión de las llantas, entre otras.	1	La no disponibilidad métodos de Clase I o Clase II como referencia, no permitiría garantizar el grado de precisión en la información, al requerir de un proceso de calibración de resultados.	
	2	Su principio de medición de la regularidad superficial genera que sus resultados dependan directamente de la dinámica de un vehículo, de forma que se pueden ver afectados por esta.	2	La validación de resultados de este tipo de equipos requiere de la implementación de un software especializado, no compatible con todos los formatos de resultados que brindan las diferentes marcas y dispositivos de tipo RTRRMS. No existen otro tipo de referencias estandarizadas que permitan comparar los resultados de IRI obtenidos con estos equipos a nivel de precisión y sesgo respecto a equipos de mayor grado.	
	3	Resulta necesario calibrar los equipos para garantizar se encuentren dentro de los límites de precisión establecidos para métodos de Clase II, esto recurriendo a métodos de Clase 1 o Clase 2 como referencia.			
	4	La calibración de estos equipos aplica únicamente a un vehículo y a un rango de valores IRI. Ante cualquier cambio en la configuración empleada, se debe repetir.	3	Algunos equipos requieren de una velocidad de circulación mínima para garantizar que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de precisión ofrecido. Elevados grados de deterioro en rutas no pavimentadas podrían no permitir alcanzar las velocidades establecidas por los fabricantes.	
	5	Las propiedades dinámicas de los vehículos varían a lo largo del tiempo, lo que puede llegar a afectar su grado de precisión.			
	6	No recurren a medidas directas del perfil longitudinal de la vía, sino a su cálculo mediante correlaciones.			
Aspectos positivos	Fortalezas		Oportunidades		
	1	Son equipos pequeños y robustos, que se adaptan a la evaluación de diferentes superficies sin poner en riesgo la integridad del dispositivo.	1	Estos métodos posicionan como candidatos viables y prácticos para el monitoreo periódico de vías, dada la rapidez con la que permiten obtener resultados con una precisión aceptable para este fin.	
	2	Los equipos son relativamente simples en cuanto a funcionamiento y operación, no requieren ni de múltiples personas para ser utilizados ni de operarios altamente capacitados.	2	El Laboratorio de Materiales del MOPT cuenta con equipo moderno de tipo respuesta (RTRRMS)	
	3	Permiten obtener rápidamente mediciones con una precisión aceptable, cuando están calibrados.	3	La robustez de los equipos les permite emplearse en mediciones de superficies irregulares como las de rutas no pavimentadas, sin arriesgar su integridad.	
	4	Los equipos tienen un costo económico relativamente bajo con relación a otros métodos.			
5	Mayormente son equipos modulares, lo que, sumado a sus principios de funcionamiento relativamente sencillos, facilita identificar la causa y solución de fallos en el equipo	4	La construcción de estos equipos y su menor costo permite solventar con mayor facilidad la falla o daño de sus componentes, esto en referencia a métodos que requieren de equipos más complejos.		

Cuadro 13. Análisis FODA para la medición de IRI mediante métodos de Clase IV.

		Análisis interno	Análisis Externo
Aspectos negativos		Debilidades	Amenazas
	1	Estos métodos presentan resultados de baja precisión, dada la subjetividad de la evaluación.	1 No son métodos aptos para la medición a través del tiempo, dado que por su naturaleza no son resultados estables ni precisos.
	2	La implementación de métodos de Clase IV por lo general requiere del juicio de una persona con amplia experiencia y criterio para maximizar la representatividad de los resultados.	
	3	No existe un método de calibración estándar, sino que recurren a estimaciones de equivalencia, principalmente a partir de imágenes de superficies con valores de IRI conocidos como referencia.	
	4	Sus resultados no son transportables ni estables en el tiempo.	
Aspectos positivos		Fortalezas	Oportunidades
	1	No requieren de ningún equipo especial para efectuar las mediciones.	1 Pueden ser de utilidad cuando se requiera una descripción general de la regularidad, sin necesidad de precisión de las medidas.
	2	Se pueden implementar sobre cualquier tipo de superficie, pavimentada o no.	

Con base en la información extraída de los análisis FODA, se procedió a evaluar de forma integral la idoneidad de los métodos de medición de IRI en referencia a los objetivos formulados con relación al monitoreo del deterioro de rutas no pavimentadas de la RVC. Cabe resaltar que, dada su baja precisión, lentitud de ejecución y requerimiento de un juicio experto, se descartaron como alternativa para el seguimiento de la condición de caminos los métodos de Clase IV.

Primeramente, se definieron los términos de valoración a evaluar para verificar el grado de competencia que presentan los métodos de medición Clase I, Clase II y Clase III para la implementación del IRI como indicador del deterioro de vías no pavimentadas. El Cuadro 14 resume los diferentes criterios implementados para evaluar las tres alternativas propuestas, que van desde la valoración de particularidades técnicas de las metodologías, hasta el análisis de aspectos económicos y de disponibilidad de recursos. Adicionalmente, se define en el Cuadro 14 la valoración de cada uno de los criterios para su consideración al evaluar la matriz de comparación de alternativas.

Cuadro 14. Criterios de comparación para la evaluación de las alternativas de medición de IRI propuestas.

Criterio de evaluación	ID	Descripción	Valoración
Disponibilidad de recursos	A	Existencia de equipos catalogados dentro de la clase a evaluar a lo interno de la organización, así como disponibilidad de personal capacitado para su operación.	3: Disponibilidad de equipos funcionales. 2: Disponibilidad de equipos que presentan daños reparables o falta de componentes. 1: Disponibilidad de equipos con daños irreparables o carencia de equipos.
Costo económico inicial del equipo	B	Capital o monto económico requerido para realizar la compra de un equipo de medición de IRI catalogado dentro de la clase a evaluar.	3: Costo económico relativamente bajo o disponibilidad de equipos. 2: Costo económico intermedio. 1: Costo económico altamente elevado.
Costo de mantenimiento y reparaciones	C	Capital o monto económico requerido para desempeñar el conjunto de operaciones de mantenimiento de un equipo catalogado dentro de la clase a evaluar, así como el de eventuales labores de reparación.	3: Baja necesidad de mantenimiento con operaciones de bajo o nulo costo. Reparaciones y repuestos relativamente económicos. 2: Mantenimiento periódico, con costos de mantenimiento y reparación intermedios. 3, Mantenimiento periódico, con costos de mantenimiento y reparación elevados.
Precisión de los resultados	D	Grado de precisión de los resultados obtenidos por un equipo catalogado dentro de la clase a evaluar e influencia de los procesos de calibración sobre la validación del intervalo de precisión del equipo.	3: Alto grado de precisión sin requerir calibración. 2: Alto grado de precisión que requiere calibración para ser garantizado. 1: Bajo grado de precisión o grado aceptable que requiere calibración para ser garantizado.
Complejidad operativa	E	Grado de complejidad que supone la instalación y uso de un equipo catalogado dentro de la clase a evaluar, así como los requerimientos de capacitación de los operadores.	3: Equipos de fácil instalación y operación, que no requieren operadores altamente capacitados. 2: Equipos con un grado de complejidad operativa media, que requieren de operadores capacitados para su uso.

Criterio de evaluación	ID	Descripción	Valoración
			1: Equipos altamente complejos que requieren de operadores profesionales para su uso.
Velocidad de ejecución de las mediciones	F	Velocidad de avance de las evaluaciones o tiempo requerido para desarrollar una evaluación bajo la metodología de clase a evaluar.	3: Métodos o equipos que parten de la medición de la superficie a través del su recorrido en un vehículo, facilitando un rápido avance. 2: Métodos que recurran al desplazamiento en vehículo para la medición, pero requieran transitar a bajas velocidades. 1: Métodos que requieren que el operador se desplace caminando con el equipo o de lento avance.
Medición de superficies no pavimentadas	G	Capacidad de un equipo catalogado dentro de la clase a evaluar para llevar a cabo mediciones en superficies no pavimentadas como vías de lastre o tierra, en consideración de su alta irregularidad superficial y factores como el polvo en el aire.	3: Equipos cuya robustez u otras características les permite realizar mediciones en superficies no pavimentadas irregulares, de lastre o tierra, sin comprometer la precisión de los resultados ni su integridad. 2: Equipos cuya robustez les permite realizar mediciones en superficies no pavimentadas irregulares, de lastre o tierra, sin comprometer su integridad, pero cuyas especificaciones de velocidad mínima de circulación podrían llegar a comprometer la precisión de los resultados. 3: Equipos cuya robustez y características no les permite realizar mediciones en superficies no pavimentadas, al poner en riesgo la integridad del equipo y no garantizar la precisión de los resultados.

Definidos los criterios imparciales y su valoración según se aplique a las diferentes alternativas en estudio, se procedió a ponderar el valor de importancia que posee cada uno sobre el alcance de los objetivos planteados en referencia al monitoreo de regularidad superficial como indicador de condición, confrontándolos entre sí a través de una matriz “L”. El Cuadro 15 muestra la valoración implementada para la evaluación comparativa de los criterios, mientras que en el Cuadro 16 se presenta la matriz tipo “L” implementada para

contrastar el nivel de importancia que presenta cada uno frente a los restantes factores de evaluación, así como la ponderación final obtenida.

Cuadro 15. Criterios de valoración para la ponderación de importancia.

Valoración comparativa entre criterios	Valor numérico asociado
Excesivamente más importante	10
Significativamente más importante	5
Igualmente importante	1
Significativamente menos importante	0,2
Excesivamente menos importante	0,5

Cuadro 16. Matriz “L” para la ponderación de los criterios de evaluación propuestos.

Criterios de evaluación	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Ponderación (%)
A		1	5	1	5	0,2	0,1	12,30	11,40
B	1		5	1	5	0,2	0,2	12,40	11,49
C	0,2	0,2		0,2	5	0,1	0,1	5,80	5,38
D	1	1	5		5	1	0,2	13,20	12,23
E	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2	0,2	1,20	1,11
F	5	5	10	1	5		1	27,00	25,02
G	10	5	10	5	5	1		36,00	33,36
Total								107,90	100,00

El Cuadro 17 corresponde a la matriz de comparación implementada para evaluar las tres alternativas de métodos de medición de IRI propuestos, esto según las ponderaciones de importancia obtenidas en el Cuadro 16. La escala de evaluación describe, de la mayor puntuación (3) a la menor (1), qué tan bien se adapta la alternativa respecto al criterio evaluado, partiendo de la valoración especificada para cada uno en el Cuadro 14. La evaluación integral de los diferentes criterios a través de la matriz permite obtener una puntuación numérica que refleja la aplicabilidad de cada metodología a la implementación del IRI como indicador del deterioro de vías no pavimentadas, facilitando la selección o validación de métodos y equipos para el desarrollo de las evaluaciones, según se clasifiquen en las clases definidas.

Cuadro 16. Matriz de comparación de alternativas.

Criterio de evaluación	Ponderación importancia (%)	Métodos de medición de IRI					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Puntaje	Valor (%)	Puntaje	Valor (%)	Puntaje	Valor (%)
Medición de superficies no pavimentadas	33,36	3	33,36	1	11,12	2	22,24
Velocidad de ejecución de las mediciones	25,02	1	8,34	3	25,02	3	25,02
Precisión de los resultados	12,23	3	12,23	2	8,16	1	4,08
Costo económico inicial del equipo	11,49	2	7,66	1	3,83	3	11,49
Disponibilidad de recursos	11,40	1	3,80	1	3,80	3	11,40
Costo de mantenimiento y reparaciones	5,38	2	3,58	1	1,79	3	5,38
Complejidad operativa	1,11	2	0,74	1	0,37	3	1,11
Total	100,00	14	69,73	10	54,09	18	80,72

3.2. Objetivo específico 2 (OE2)

Una vez verificada la competencia a nivel teórico de los equipos RTRRMS para su implementación en la evaluación del IRI como indicador de deterioro vial bajo las condiciones planteadas en los objetivos, se procedió con una etapa dedicada a la instalación, puesta en operación y validación de los resultados del equipo tipo respuesta dispuesto para el desarrollo del proyecto. El equipo del fabricante ARRB Group y de modelo Roughometer III, pertenece a la Subdirección de Geotecnia y Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y se encuentra asignado al departamento de Laboratorio de Materiales del MOPT.

3.2.1. Puesta en operación del ARRB Roughometer III

La puesta en operación del dispositivo RTRRMS supuso una primera fase dedicada al estudio del funcionamiento del equipo. En primera instancia, se verificó la presencia de todos los componentes del Roughometer III y su estado funcional, esto en concordancia con las especificaciones del manual de usuario del dispositivo. Los diferentes componentes y accesorios inventariados a través de una primera inspección general del equipo se resumen en el Cuadro 1 del Apéndice 1, sin embargo, se presenta a continuación en el Cuadro 18 sus principales componentes, los cuales resultan indispensables para el registro de datos relativos

a la regularidad superficial de caminos. En la sección 1.2.1. Componentes, se muestran a detalle los componentes descritos en el Cuadro 18, esto en la Figura 3.

Cuadro 18. Componentes principales del ARRB Roughometer III.

Componente	Descripción
Interfaz	Interfaz de conexión de los componentes del sistema, dedicada al registro de datos.
Controlador manual	Componente del sistema que permite al usuario acceder a las funciones de configuración del equipo y ejecutar mediciones, además de almacenar las señales de los otros componentes del sistema para su posterior procesamiento.
Acelerómetro	Sensor de aceleración lineal que permite medir el desplazamiento vertical del eje del vehículo, registro utilizado para el cálculo del IRI
Odómetro	Componente del equipo que proporciona una entrada de datos de distancia recorrida, utilizada para el cálculo del IRI.
Receptor GPS	Unidad GPS opcional que permite geolocalizar los puntos recorridos durante la evaluación de regularidad, lo que permite mapear los resultados obtenidos.

Cabe resaltar que, previo a el desarrollo de este proyecto académico, el estatus funcional del equipo propiedad del MOPT era impreciso. El Roughometer III fue donado por el Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) a la Subdirección de Geotecnia y Materiales, la cual nunca había puesto en uso el dispositivo, de forma que no se conocía con certeza su estado a nivel operativo. Para verificar el funcionamiento del equipo y de los diversos componentes que lo integran, se acudió a un conjunto de verificaciones a través de las señales de retroalimentación que brindan el controlador y la interfaz una vez conectado el equipo, además de una serie de pruebas de medición para garantizar no solo la existencia de señales de los componentes, sino el almacenamiento de los datos y cálculo del IRI a partir de estos.

La guía de uso e instalación elaborada como parte de este proyecto y provista en el Apéndice 1, detalla de forma completa una serie de verificaciones a realizar para garantizar un adecuado funcionamiento del equipo, incluyendo los fallos comunes que pueden provocar el incumplimiento de estas, así como una serie de soluciones para abordarlos. El Cuadro 19 resume algunas verificaciones básicas a llevar a cabo posterior al encendido del equipo y previo al desarrollo de una medición, las cuales permiten comprobar el funcionamiento y la transmisión de señales por parte los diversos componentes.

Cuadro 19. Verificación básica del funcionamiento del equipo ARRB Roughometer III.

Componente	Verificación de funcionamiento
Controlador manual	Posterior al encendido del equipo, la pantalla del controlador muestra una serie de comprobaciones de inicio, que culminan con la aparición de la pantalla principal New Survey ("Nueva Medición) y la emisión de dos silbidos como señal de audio, lo cual indica que la configuración del controlador y la memoria disponible le permiten ejecutar evaluaciones.
Acelerómetro	La luz LED roja en el módulo de interfaz, etiquetada bajo el nombre "SENSOR", ilumina de forma continua con el vehículo detenido y parpadea ante el desplazamiento del vehículo, lo que indica que el acelerómetro está emitiendo señales a la interfaz. Adicionalmente, en el modo de diagnóstico del controlador, se mostrará el voltaje emitido por el acelerómetro, el cual deberá ser máximo (valor cercano a 2,74 V), en condición estacionaria. Lo anterior indica un correcto funcionamiento y posicionamiento del sensor, además de la recepción de los datos provenientes de la interfaz por parte del controlador.
Odómetro	La luz LED azul en el módulo de interfaz, etiquetada bajo el nombre "DISTANCE", iluminan parpadeando ante el desplazamiento del vehículo, lo que indica que el odómetro está emitiendo señales a la interfaz. Adicionalmente, en el modo de diagnóstico del controlador, se mostrarán los pulsos de señal del odómetro, los cuales deberían ser iguales a cero en condición estacionaria y conforme el vehículo se mueva deberán incrementar, esto en función de la velocidad. Lo anterior indica un correcto funcionamiento del sensor de distancia, además de la recepción de los datos provenientes de la interfaz por parte del controlador.
Receptor GPS	En la pantalla "New Survey" y durante la ejecución de evaluaciones, la esquina superior derecha de la pantalla del controlador muestra un cuadrado relleno de color negro, lo que indica que el controlador está recibiendo de la interfaz posiciones GPS y una señal de pulsos por segundo (PPS) adecuada.

Una vez realizadas las verificaciones básicas anteriores como comprobación de los componentes, se procedió a realizar una serie de ensayos de medición con la finalidad de corroborar la generación de resultados por parte del equipo al realizar evaluaciones de regularidad superficial y el funcionamiento del software de procesamiento de datos provisto con el equipo, esto previo al proceso de validación de resultados del Roughometer III y el monitoreo del deterioro de las vías no pavimentadas seleccionadas. El Apéndice 2 muestra los reportes de resultados generados por el software Roughometer a partir de las pruebas de medición ejecutadas sobre las Ruta Nacional 39 Paseo de la Segunda República, conocida popularmente como

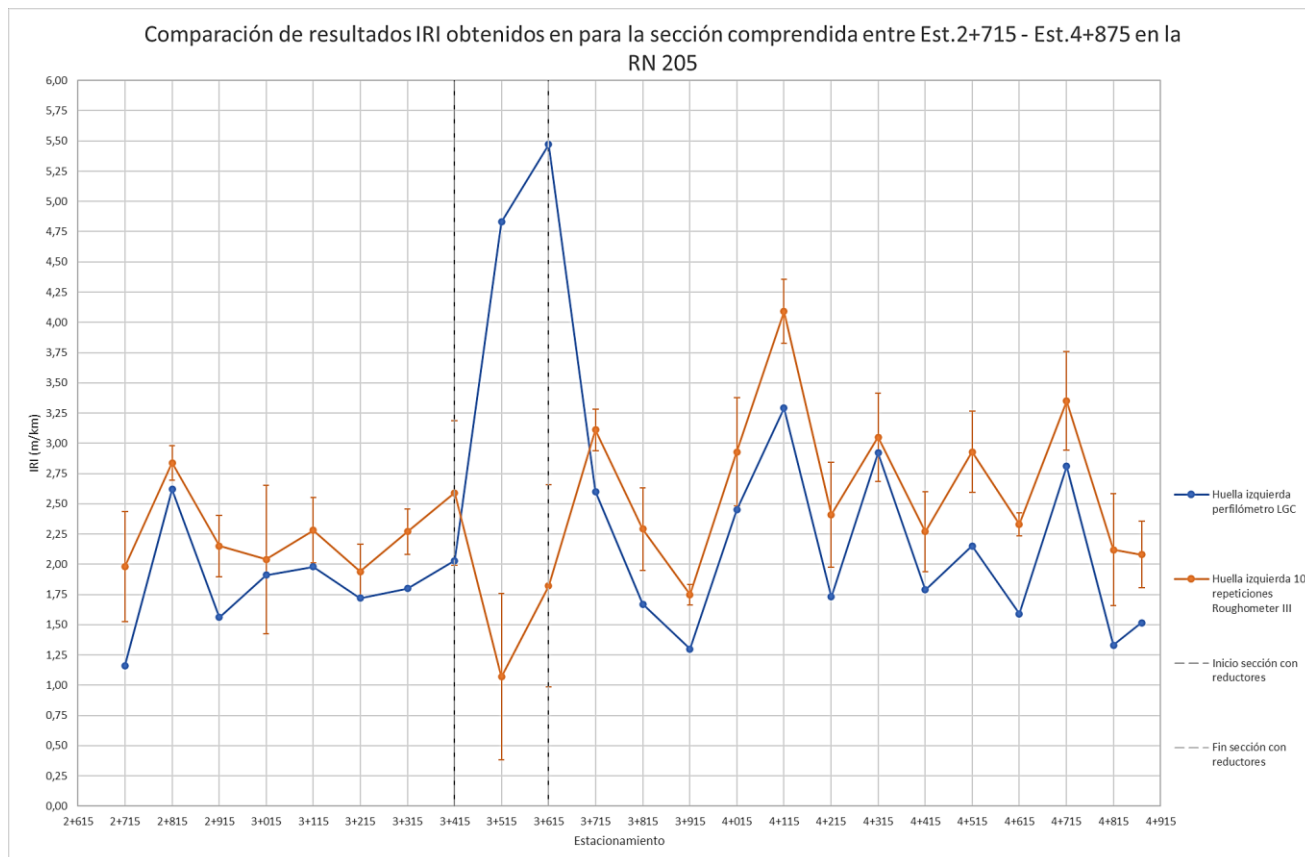
Circunvalación, y la Ruta Nacional Secundaria 215 que atraviesa el cantón de Goicoechea, los días 30 de mayo y 19 de julio del 2023 respectivamente.

Por su parte, la Tabla 2 muestra una comparativa de los resultados obtenidos en la evaluación realizada sobre la RN 205 el 19 de julio y los resultados antes obtenidos por LGC ingeniería de Pavimentos S.A. el día 12 de mayo del 2023, como parte de un servicio ofrecido para el proceso de verificación de calidad por parte del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), encargado de las labores de recarpeteo realizadas en la RN205 previo a las evaluaciones. A partir de estas, se obtiene un IRI global promedio de 2,54 m/km y 2,39 m/km a partir de los levantamientos del Roughometer III y del Laboratorio LGC respectivamente, esto en referencia al tramo comprendido entre las estaciones 2+615 y 4+875. El informe de medición correspondiente a la evaluación desarrollada por LGC para el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) el día 12 de mayo puede consultarse en el Anexo 1.

Tabla 2. Comparación de los resultados generales obtenidos en RN 205 el 12 de mayo por parte de la empresa LGC y el 19 de julio con el Roughometer III.

Estación Inicial	Estación Final	Perfilómetro inercial LGC	Roughometer III MOPT		Diferencia entre equipos (m/km)
		IRI huella izquierda (m/km)	IRI promedio huella izq (m/km)	Desviación estándar	
2+615	2+715	1,16	1,98	0,454	0,82
2+715	2+815	2,62	2,84	0,143	0,22
2+815	2+915	1,56	2,15	0,255	0,59
2+915	3+015	1,91	2,04	0,613	0,13
3+015	3+115	1,98	2,28	0,270	0,3
3+115	3+215	1,72	1,94	0,227	0,22
3+215	3+315	1,80	2,27	0,189	0,47
3+315	3+415	2,03	2,59	0,597	0,56
3+415	3+515	4,83	1,07	0,690	3,76
3+515	3+615	5,47	1,82	0,835	3,65
3+615	3+715	2,60	3,11	0,173	0,51
3+715	3+815	1,67	2,29	0,341	0,62
3+815	3+915	1,30	1,75	0,085	0,45
3+915	4+015	2,45	2,93	0,445	0,48
4+015	4+115	3,29	4,09	0,264	0,8
4+115	4+215	1,73	2,41	0,433	0,68
4+215	4+315	2,92	3,05	0,366	0,13
4+315	4+415	1,79	2,27	0,330	0,48
4+415	4+515	2,15	2,93	0,333	0,78
4+515	4+615	1,59	2,33	0,095	0,74
4+615	4+715	2,81	3,35	0,409	0,54
4+715	4+815	1,33	2,12	0,464	0,79
4+815	4+875	1,52	2,08	0,274	0,56
IRI Promedio	IRI Promedio	2,39	2,54	-	0,15

Figura 8. Resultados IRI obtenido perfilómetro inercial de LGC y el ARRB Roughometer III en las evaluaciones sobre RN 205.



3.2.2. Guía de uso e instalación del ARRB Roughometer III

Aunado a la puesta en operación y validación de resultados del Roughometer III, el segundo objetivo específico del proyecto supone la elaboración de insumos que faciliten el uso del equipo, esto a través de la instrucción de los operadores. El producto principal de estas actividades consiste en una guía sintetizada de operación del equipo RTRMS Roughometer III, la cual se adjunta bajo el Apéndice 1.

La guía de uso e instalación del dispositivo ARRB Roughometer III fue desarrollada con base en el manual de usuario de ARRB Group (2016), la norma E950 de ASTM (2022) y la norma E1926 de ASTM (2021), que corresponden respectivamente al método estándar para la medición de perfiles longitudinales de superficies recorridas y la práctica estándar para el cálculo del Índice de Regularidad Internacional de caminos a partir de

mediciones de perfil longitudinal. El documento aborda desde aspectos básicos para el uso del dispositivo, como la instalación de los diversos componentes del equipo, la configuración básica previo al levantamiento de información, la calibración del sistema y las consideraciones generales para los levantamientos (secciones, puntos de referencia, singularidades, lead in distance, entre otras), hasta aspectos relativos al procesamiento de los datos recolectados, la generación de reportes de resultados y cálculo del IRI, además del diagnóstico y resolución de fallas comunes que pueda presentar el equipo.

La guía cuenta con descripciones detalladas de los procedimientos antes mencionados, diagramas de las pantallas del controlador y su respuesta ante las diferentes funciones disponibles, además de esquemas de levantamientos que facilitan al lector comprender el funcionamiento a nivel práctico del dispositivo y la estructuración de una evaluación de regularidad. Las Figuras 9 y 10 presentan un ejemplo de los recursos antes descritos. La Figura 8 corresponde al esquema de dos levantamientos sin distancia de lead in, que ejemplifican el establecimiento de puntos de referencia para la división por secciones del tramo de medición y el registro de singularidades. Para ambos esquemas de la Figura 9 se muestran las entradas realizadas a través del controlador del dispositivo para identificar las diferentes referencias y eventos, mientras que la Figura 10 exhibe parte de la secuencia de pasos necesarios para la calibración del odómetro del equipo. Para más detalle, se puede consultar el Apéndice 1, el cual contiene la guía de uso e instalación del equipo completa.

Figura 9. Ejemplos de esquemas de levantamiento.

5.2.2. Puntos de referencia

Existen casos donde se deben discretizar varias secciones a lo largo del levantamiento de información, esto según las necesidades de la evaluación y del análisis de los datos. El equipo ARRB Roughometer III reconoce una transición de sección en el sitio donde el operador introduzca un punto de referencia con el controlador durante el levantamiento. La **Figura 19** muestra el esquema de un levantamiento de tres secciones.

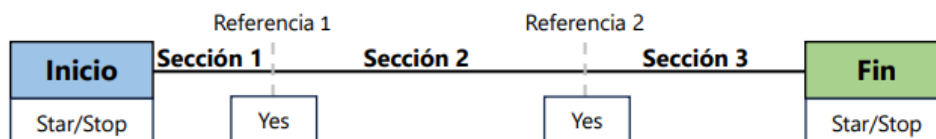


Figura 19. Esquema de levantamiento de tres secciones.

5.2.3. Singularidades

El esquema de la **Figura 20** presenta la inclusión de eventos permanentes y temporales que inciden sobre la regularidad de la vía y deben registrarse durante la ejecución del levantamiento de datos.

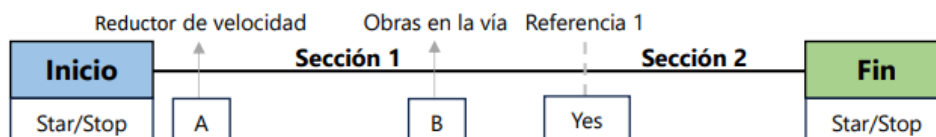


Figura 20. Esquema de levantamiento de dos secciones con dos eventos.

Figura 10. Secuencia inicial de pasos para la calibración del odómetro del ARRB Roughometer III.

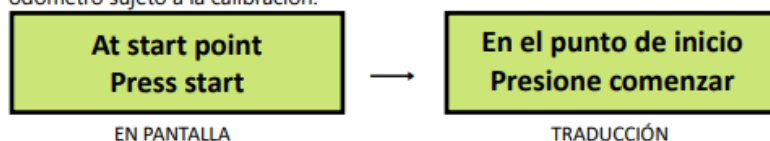
1. Seleccione el sitio de calibración y delimite el punto de comienzo y punto final de la pista, contemplando una longitud total múltiplo de 100 metros y dentro de los límites antes descritos.
2. Posicione el vehículo en el marcador de inicio de la pista de calibración y, utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Calibrate Odometer Sensor** ("Calibrar Odómetro").



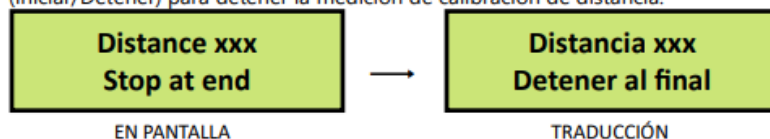
3. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en el modo de calibración del sensor, a lo que deberá aparecer en la pantalla el mensaje **Calibration Distance** ("Distancia de Calibración"), junto con el valor numérico a seleccionar en función de la longitud de la pista. De ser necesario, utilice los botones de desplazamiento para ajustar la distancia según se desee, posteriormente presione el botón **YES** (Sí/Confirmar).



4. Una vez configurada la distancia de calibración, aparecerá en pantalla el mensaje **At start point** ("En el punto de inicio"). Presione el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para iniciar con la calibración y proceda a conducir el vehículo a lo largo de la pista de calibración a una velocidad constante. Asegúrese de que las ruedas del vehículo se muevan tan rectas como sea práctico. En este punto, la distancia recorrida se mostrará en pantalla como resultado de la señal del odómetro sujeto a la calibración.



5. Disminuya la velocidad del vehículo conforme se acerque al final de la pista de calibración. Detenga el vehículo precisamente en la marca del punto final y presione el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para detener la medición de calibración de distancia.



3.2.2.1. Formato de informes de resultados

Adicionalmente, la guía elaborada proporciona un formato estandarizado para la elaboración de informes de resultados de regularidad superficial a partir del levantamiento de información con el equipo Roughometer III, formato que corresponde al implementado para reportar los resultados de las evaluaciones bajo los Apéndices 4. A diferencia de los reportes generados por el software de procesamiento de datos suministrado por el fabricante del equipo, el formulario desarrollado en la herramienta Microsoft Excel incluye la información mínima recomendada por ASTM (2022) en el estándar E950 para reportes de medición de perfiles longitudinales, la cual se describe a continuación y se puede corroborar en la Figura 11, que

corresponde a un recorte del encabezado de uno de los informes generados para las evaluaciones periódicas de deterioro superficial, contempladas dentro del tercer objetivo específico.

- Fecha y hora del día de la medición;
- Identificación del operador, conductor y vehículo;
- Condiciones meteorológicas, principalmente temperatura, nubosidad y viento;
- Ubicación y descripción de la sección de prueba;
- Descripción de la superficie: tipo de pavimento y condición;
- Número de ejecución;
- Velocidad de medición;
- Dirección medida;
- Carril medido, posición transversal;
- Datos de perfil;
- Otras opciones de medición específicas del sistema.

Figura 11. Encabezado informe de evaluación 4 Calle El Cerro del 4 de octubre del 2023.

INFORME DE RESULTADOS ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)			
Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	11:15:58 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 4
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		Equipo: ARRB Roughometer III
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		Medición de IRI en una única huella (izquierda)
Conductor:	Oscar Córdoba Sandi		Superficie de rueda de lastre
Operador:	Jesús Fernández Mesén		No presenta singularidades
Lead in:	185,00 m		Velocidad de medición meta: 30 km/h
			Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

El formato del informe se alimenta de los datos almacenados en los archivos CSV generados al procesar los datos de los levantamientos en el software provisto, de forma que se adapta a la longitud del levantamiento, la cantidad de secciones y el intervalo de procesamiento de los resultados. Además de la información que se observa en la Figura 11, los informes incluyen los resultados tabulados del levantamiento, información y gráficos relativos a los resultados de regularidad superficial, además de la clasificación a nivel de condición tomando como referencia la escala propuesta por ASTM (2021) en el estándar E1926 (consultar Anexo 6), en este caso para rutas no pavimentadas de grava o tierra. La Figura 12 corresponde a la información restante del informe de resultados utilizado como ejemplo en la Figura 11, para el cual es posible observar los resultados tabulados bajo un intervalo de procesamiento de 100 m, el IRI obtenido para cada sección definida

en el levantamiento y el IRI global, además de un gráfico que muestra la tendencia del IRI a través de la sección recorrida y su relación con respecto a la clasificación por condición superficial.

Figura 12. Resultados de regularidad informe de evaluación 4 Calle El Cerro del 4 de octubre del 2023.

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,80	30,00	9,8654863	-83,8675638	1580,90	
1	0,200	0,200	9,80	30,00	9,8651128	-83,8667539	1587,60	
1	0,300	0,300	11,00	30,00	9,8651735	-83,8658603	1585,20	
1	0,400	0,400	10,50	30,00	9,8657886	-83,8651799	1583,60	
1	0,500	0,500	8,10	29,00	9,8663571	-83,8644854	1583,00	
1	0,600	0,600	9,80	30,00	9,8667831	-83,8636987	1581,30	
1	0,700	0,700	15,60	30,00	9,8673121	-83,8629636	1578,50	
1	0,800	0,800	21,60	28,00	9,8680626	-83,8625125	1587,80	
1	0,890	0,890	20,20	30,00	9,8688019	-83,8621123	1594,80	ET1
2	0,100	0,990	15,20	28,00	9,8695157	-83,8616334	1597,20	V < 25 km/h x 1
2	0,120	1,010	10,20	26,00	9,8699688	-83,8613393	1602,30	V < 25 km/h x 1

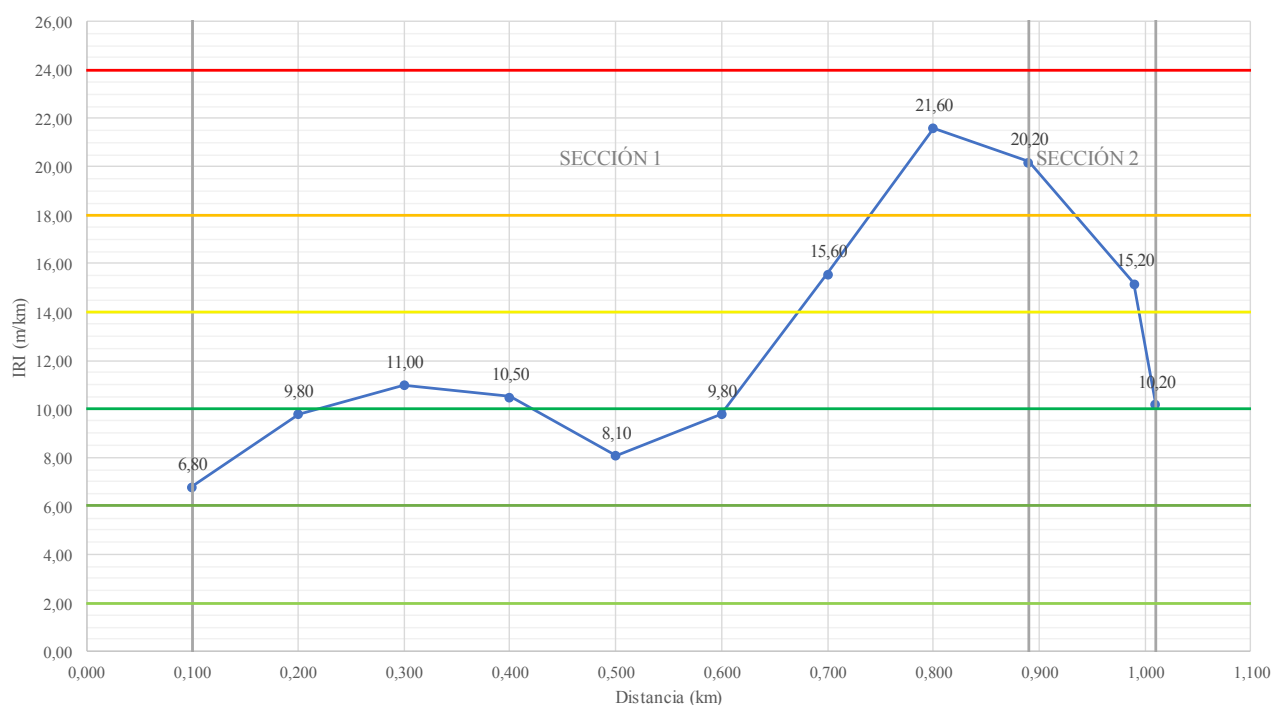
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,51
Sección 2:	14,37
Global:	12,73

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



3.2.3. Validación de resultados del ARRB Roughometer III

Como parte de los esfuerzos realizados para conseguir un respaldo de la validez de los resultados obtenidos por el dispositivo ARRB Roughometer III dispuesto para el desarrollo del proyecto, se realizó una evaluación en conjunto con el laboratorio Gestión en Infraestructura Vial S.A. sobre un tramo de prueba ubicado en la Ruta Nacional Secundaria 175. La sección de medición fue delimitada desde las inmediaciones la Rotonda de la Paz hasta las cercanías del puente sobre el Río Tiribí, como se muestra en la Figura 13 y cuenta con una longitud de 320 m. Para efectos de la validación, se definió la medición únicamente de la huella izquierda del carril interno en el sentido rotonda – puente, contemplando las limitaciones del equipo ARRB Roughometer III.

Figura 11. Ubicación del tramo de medición identificado en RN 175.



Fuente. Google Maps, 2023.

Como referencia para el estudio de la exactitud del Roughometer III, se utilizó el perfilómetro láser inercial modelo 8500 de la marca SSI Smoothroad, provisto por Gestión en Infraestructura Vial S.A. para el proceso de validación. Ambos instrumentos se calibraron en sitio, utilizando la misma distancia y velocidad de calibración, 200 m y 60 km/h respectivamente, para los odómetros de ambos equipos. Para efectos de la

calibración del acelerómetro vertical del Roughometer III, se siguió el proceso descrito en la sección 4.1 de la guía de uso e instalación dispuesta en el Apéndice 1.

Calibrados los instrumentos, se procedieron a realizar diez corridas repetidas con cada uno de los equipos de forma paralela, procurando mantener la misma velocidad y trayectoria de circulación en cada una de las mediciones. Los resultados obtenidos con el SSI Smoothroad 8500 pueden ser consultados en el Anexo 3, mientras que los resultados de las evaluaciones realizadas con el ARRB Roughometer III se incluyen bajo el Apéndice 3, ambos con una longitud de procesamiento de los resultados de 10 m, contemplando que este es el valor mínimo disponible para el procesamiento de los datos del equipo de la marca ARRB.

Como primer paso para la validación del equipo de tipo respuesta, se corroboró la repetibilidad obtenida en los resultados sucesivos del perfilómetro láser inercial propuesto como instrumento de referencia, esto a través del software ProVAL (Profile Viewing and Analysis). Para tal fin, se utilizó en la aplicación IRI, la correlación cruzada en la banda de onda IRI con una repetibilidad mínima de 0,98, esto según establece como requisito mínimo ASTM (2022) en el estándar E950 para al menos 3 corridas repetidas. Lo anterior implica que, en al menos un 95% del tiempo, la concordancia IRI está dentro del 2%. Como es posible observar en la Figura 14, los resultados de las mediciones ejecutadas con el SSI Smoothroad 8500 cumplen con el criterio antes establecido para que cualquiera de las repeticiones sea contemplada como referencia para la validación de la exactitud del Roughometer III.

Figura 14. Verificación de la repetibilidad de las mediciones del perfilómetro láser inercial.

Profiler Certification: Inputs

Maximum Offset (m)
Minimum Repeatability (%)
Minimum Accuracy (%)

Basis Filter
[IRI \(with 250mm Filter\)](#)

Comparison Filter
[IRI \(with 250mm Filter\)](#)

File	Profiles	Basis	Run	Sample Interval (mm)
☒ REF01 - Track 1 - 001	Left	☐	1	25.40
☒ REF02 - Track 1 - 001	Left	☐	2	25.40
☒ REF03 - Track 1 - 001	Left	☐	3	25.40

Profiler Certification: Summary Results

Statistics

Statistic	Repeatability - Left
Comparison Count	3
% Passing	100.00
Mean	98.07
Minimum	98.00
Maximum	98.14
Standard Deviation	0.1
Grade	Passed

Run	2	3
1	98.14	98.08
2		98.00

Run	2	3
1	0.0	0.0
2		0.0

Profiler Certification: Detailed Results

Repeatability - Left									
Basis	Comparison	Correlation (%)	Shape Coefficient	Roughness Coefficient	Offset (m)	Basis IRI (m/km)	Comparison IRI (m/km)	IRI Difference (%)	
REF01 - Track 1 - 001	REF02 - Track 1 - 001	98.14	0.995		96.70	-0.1	2.732	2.748	0.59
REF01 - Track 1 - 001	REF03 - Track 1 - 001	98.08	0.990		96.69	1.2	2.732	2.789	2.10
REF02 - Track 1 - 001	REF03 - Track 1 - 001	98.00	0.985		95.96	1.3	2.748	2.789	1.50

Fuente. Gestión en Infraestructura Vial S.A., 2023.

Siguiendo lo establecido por ASTM (2022), las diez repeticiones realizadas con el instrumento candidato a la validación deben ser sometidas a correlación cruzada entre sí y respecto a una de las repeticiones del instrumento de referencia, para evaluar la precisión del equipo y su exactitud respectivamente. Para tal fin, el

estándar E950 establece una repetibilidad mínima aceptable de 0,92 (un 95% del tiempo la concordancia IRI está dentro del 5%) y una exactitud mínima aceptable de 0,90 (un 95% del tiempo la concordancia IRI está dentro del 6%). Pese a lo anterior, los datos registrados por el equipo ARRB Roughometer III durante las mediciones y su formato de la salida, imposibilitan realizar el proceso de correlación cruzada para validar la precisión y el sesgo del instrumento. Lo anterior pues el equipo no ofrece dentro de las salidas de resultados el perfil longitudinal recorrido.

ASTM (2022) toma como base para el proceso de validación de estos instrumentos, la fuerte relación que existe entre la precisión y exactitud de las mediciones de IRI por superficie recorrida, respecto a la repetibilidad y el sesgo del perfil longitudinal medido, expresada en términos de correlación cruzada. Al no existir una alternativa que permita obtener datos de un perfil longitudinal medido con el Roughometer III, pues este únicamente brinda salidas de resultados en formato IRI o NAASRA (movimiento acumulado del chasis del vehículo en referencia al eje) calculadas a partir de las señales del odómetro y acelerómetro, se descarta la posibilidad de realizar la validación siguiendo lo establecido por ASTM (2022) en el estándar E950.

La Tabla 3 presenta un resumen de los resultados de IRI promedio obtenidos por cada equipo bajo una distancia de procesamiento de 10 m, así como la desviación estándar asociada a las diez repeticiones realizadas por cada uno. En el caso del perfilómetro modelo 8500, se obtuvo un IRI general para el tramo de prueba de 2,69 m/km, mientras que para el Roughometer III el valor resultante correspondió a 3,94 m/km.

Tabla 3. Comparación de los resultados generales obtenidos en RN 175 por el perfilómetro SSI Smoothroad 8500 y el equipo RTRRMS Roughometer III.

Estación Inicial	Estación Final	SSI Smoothroad 8500		ARRB Roughometer III		Diferencia entre equipos (m/km)
		IRI promedio (m/km)	Desviación estándar	IRI promedio (m/km)	Desviación estándar	
0+000	0+010	1,31	0,213	3,34	0,360	2,03
0+010	0+020	1,10	0,216	1,94	0,232	0,84
0+020	0+030	1,22	0,230	2,48	0,339	1,26
0+030	0+040	2,29	0,185	3,42	0,301	1,13
0+040	0+050	0,96	0,158	1,64	0,190	0,68
0+050	0+060	1,26	0,126	2,18	0,333	0,92
0+060	0+070	2,26	0,117	2,93	0,221	0,67
0+070	0+080	2,77	0,503	3,39	0,796	0,62
0+080	0+090	5,43	0,497	7,30	0,764	1,87
0+090	0+100	2,89	0,099	3,26	0,341	0,37
0+100	0+110	4,92	0,326	6,24	0,732	1,32
0+110	0+120	2,93	0,245	3,70	0,371	0,77
0+120	0+130	3,52	0,162	5,78	0,596	2,26
0+130	0+140	2,58	0,215	3,78	0,416	1,2
0+140	0+150	3,48	0,305	4,68	0,535	1,2
0+150	0+160	1,95	0,143	2,66	0,585	0,71
0+160	0+170	2,10	0,105	2,79	0,404	0,69
0+170	0+180	3,55	0,190	6,12	0,507	2,57
0+180	0+190	2,56	0,158	5,15	0,620	2,59
0+190	0+200	0,99	0,099	1,71	0,281	0,72
0+200	0+210	1,94	0,126	2,80	0,365	0,86
0+210	0+220	2,23	0,116	3,04	0,504	0,81
0+220	0+230	2,53	0,164	3,27	0,527	0,74
0+230	0+240	1,54	0,232	2,36	0,435	0,82
0+240	0+250	2,01	0,540	3,43	0,799	1,42
0+250	0+260	3,16	0,320	5,30	0,570	2,14
0+260	0+270	2,07	0,226	2,96	0,403	0,89
0+270	0+280	1,57	0,189	1,81	0,202	0,24
0+280	0+290	4,40	0,163	6,76	0,587	2,36
0+290	0+300	5,54	0,876	6,26	0,994	0,72
0+300	0+310	4,83	0,618	7,48	1,610	2,65
0+310	0+320	4,29	0,110	6,14	0,613	1,85

Gráficamente, es posible observar la tendencia de los datos de regularidad superficial en las Figuras 15, 16 y 17. La Figura 15 y 16 presentan los gráficos de IRI en función de la distancia recorrida o estación para las diferentes repeticiones de medición del perfilómetro láser inercial y el equipo tipo respuesta respectivamente, mientras que la Figura 17 presenta una comparación entre los resultados promedio de IRI obtenidos por ambos equipos, con barras de error que representan la desviación estándar de cada uno de los datos.

Figura 15. Resultados obtenidos por el SSI Smoothroad 8500 en las evaluaciones de regularidad sobre RN 175.

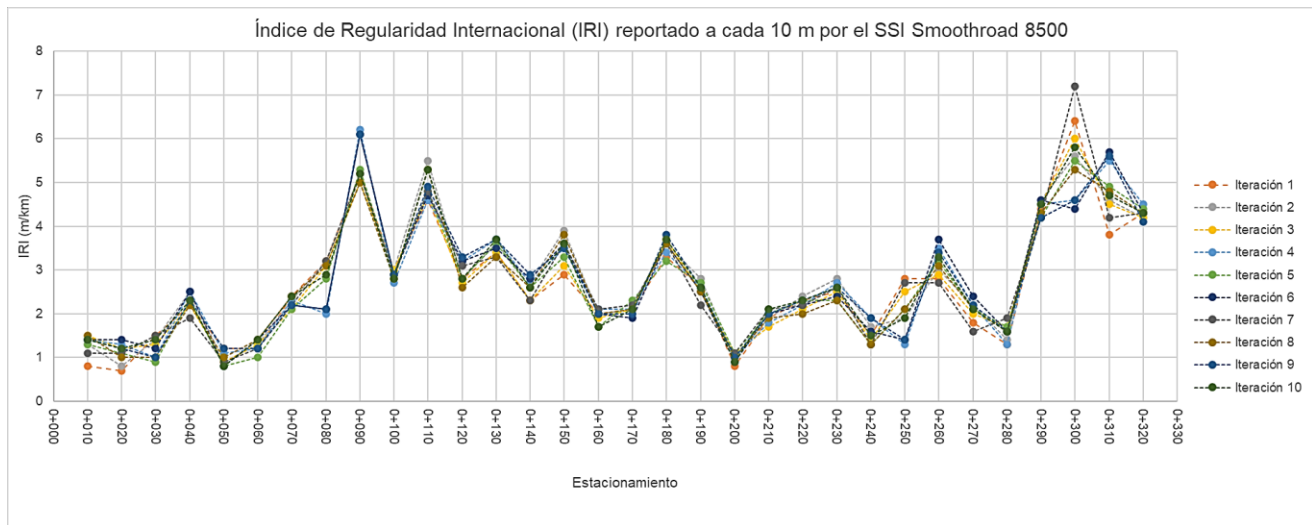


Figura 16. Resultados obtenidos por el ARRB Roughometer III en las evaluaciones de regularidad sobre RN 175.

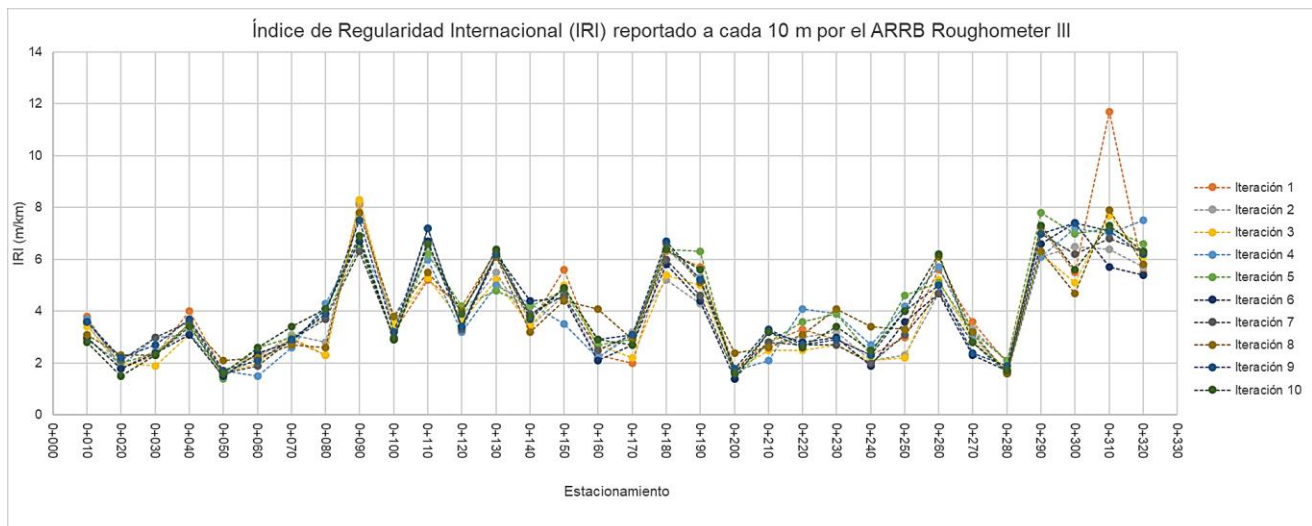
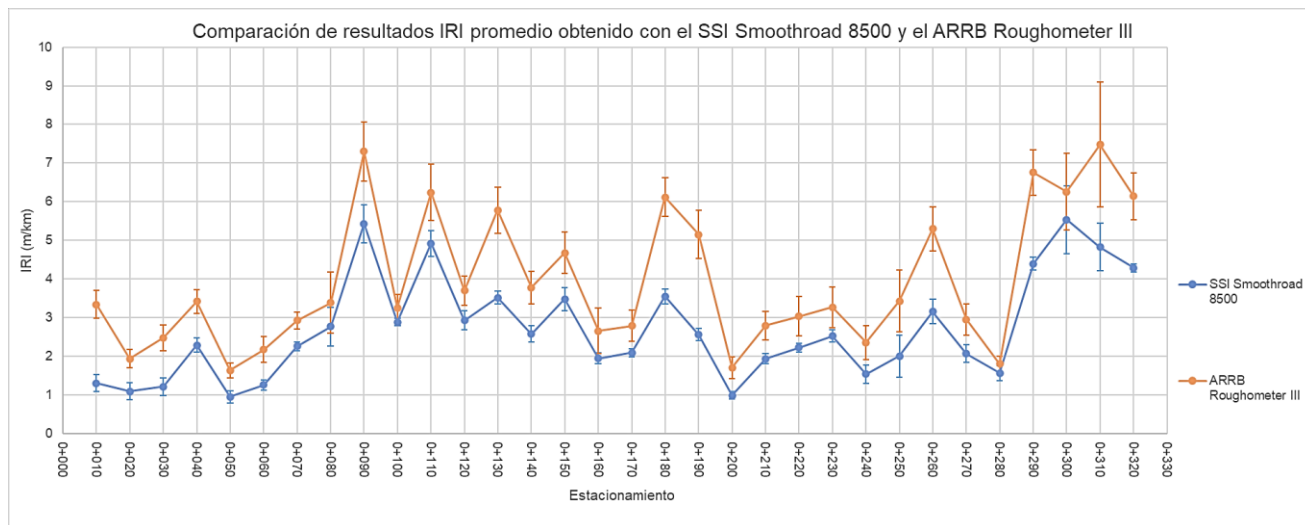


Figura 17. Resultados IRI promedio obtenido por el SSI Smoothroad 8500 y el ARRB Roughometer III en las evaluaciones de regularidad sobre RN 175.



3.3. Objetivo específico 3 (OE3)

3.3.1. Caracterización de materiales

Para el análisis del comportamiento del IRI y el URCl como indicadores de deterioro superficial, resulta pertinente contar con el conocimiento de las características geotécnicas de los materiales que componen la estructura de las vías no pavimentadas a evaluar. Con tal fin, se llevó a cabo la extracción de muestras por medio de calicatas en las rutas seleccionadas, esto con la finalidad de someter los materiales que componen las distintas capas de la estructura, categorizadas en primera instancia como capa de rodamiento de lastre y subrasante o suelo natural, a ensayos de laboratorio para cuantificar sus propiedades físico-mecánicas. Los ensayos de laboratorio estuvieron a cargo de la empresa LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. y fueron coordinados a través del ingeniero del PRVC II, Alonso Segura Navarro. Los informes de resultados pueden ser consultados en los Anexo 2.

Cabe resaltar que, al encontrarse Calle El Cerro en un medio de una intervención durante el periodo de selección de las rutas a evaluar, se habían realizado de antemano sondeos a cielo abierto para la determinación de las propiedades de la subrasante en sitio, así como ensayos de laboratorio para caracterizar el material granular de préstamo para su aceptación. Contemplando que la fecha de realización de ambos muestreos correspondía al 8 de agosto del 2023, se acordó con los representantes del PRVC II utilizar los resultados de estos ensayos y no repetirlos a partir de un nuevo muestreo. Por su parte, los sondeos a cielo abierto para la

extracción de muestras en la ruta Calle Jaules se realizaron el día 2 de octubre del 2023, dentro del segundo tramo contemplado para la medición de IRI (ver Figura 25).

Primeramente, se identificaron las capas existentes y espesores de capa con base en la auscultación de las paredes de la excavación de cada calicata. Las Tablas 4 y 5 presentan los espesores de las capas identificadas en Calle El Cerro y Calle Jaules respectivamente.

Tabla 4. Espesores de capa identificados por medio de calicata en Calle El Cerro.

Descripción de la capa	Espesor (cm)
Material granular (Capa 1)	15,00
Material granular (Capa 2)	25,00
Subrasante	-

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

Tabla 5. Espesores de capa identificados por medio de calicata en Calle Jaules.

Descripción de la capa	Espesor (cm)
Material granular (Capa 1)	15,00
Subrasante	-

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

Las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10 presentan los resultados reportados por el laboratorio LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. para los ensayos realizados a las diferentes muestras extraídas en sitio. Para cada una de las muestras, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio de límites de plasticidad, análisis granulométrico, relación densidad – humedad e índice de soporte de California (CBR). Cabe resaltar que todos los ensayos ejecutados por el laboratorio se encuentran acreditados por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA).

Tabla 6. Resultados obtenidos para la muestra de material granular (capa 1) recolectada en Calle El Cerro.

Ensayo	Método de ensayo	Resultados		
Límites de plasticidad	AASHTO T-89 AASHTO T-90	Límite Líquido (%)		N/P
		Índice Plástico (%)		N/P
CBR de agregados sueltos (esfuerzo modificado)	AASHTO T-193	91% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	39,0
			5,08 mm (0,2 in)	50,0
		95% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	58,0
			5,08 mm (0,2 in)	72,0
		97% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	68,0
			5,08 mm (0,2 in)	86,0
Expansión (%)			-0,01	
Relación densidad - humedad (esfuerzo modificado)	AASHTO T-180	Densidad máxima (kg/m³)		2090,0
		Humedad óptima (%)		9,1
Análisis granulométrico de agregados y suelos	AASHTO T-11 AASHTO T-27	Tamiz		Porcentaje pasando (%)
		(in)	(mm)	
		9	228,60	100,0
		8	203,20	83,0
		5	127,00	62,0
		3	76,20	53,0
		2 1/2	63,50	51,0
		2	50,80	47,0
		1 1/2	38,10	45,0
		1	25,40	42,0
		3/4	19,00	41,0
		1/2	12,70	38,0
		3/8	9,50	37,0
		N° 4	4,75	33,0
		N° 10	2,00	28,0
		N° 40	0,425	15,0
		N° 200	0,075	6,2

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

**Tabla 7. Resultados obtenidos para la muestra de material granular (capa 2)
recolectada en Calle El Cerro.**

Ensayo	Método de ensayo	Resultados		
Límites de plasticidad	AASHTO T-89 AASHTO T-90	Límite Líquido (%)		32,0
		Índice Plástico (%)		13,0
CBR de agregados sueltos (esfuerzo modificado)	AASHTO T-193	91% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	20,0
			5,08 mm (0,2 in)	24,0
		95% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	30,0
			5,08 mm (0,2 in)	36,0
		97% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	36,0
			5,08 mm (0,2 in)	42,0
Expansión (%)			0,41	
Relación densidad-humedad (esfuerzo modificado)	AASHTO T-180	Densidad máxima (kg/m³)		2124,0
		Humedad óptima (%)		7,3
Análisis granulométrico de agregados y suelos	AASHTO T-11 AASHTO T-27	Tamiz		Porcentaje pasando (%)
		(in)	(mm)	
		4	101,60	100,0
		3	76,20	90,0
		2 1/2	63,50	85,0
		2	50,80	81,0
		1 1/2	38,10	76,0
		1	25,40	62,0
		3/4	19,00	56,0
		1/2	12,70	45,0
		3/8	9,50	39,0
		N° 4	4,75	27,0
		N° 10	2,00	23,0
		N° 40	0,425	15,0
		N° 200	0,075	8,7

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

Tabla 8. Resultados obtenidos para la muestra de subrasante recolectada en Calle El Cerro.

Ensayo	Método de ensayo	Resultados		
Límites de plasticidad	AASHTO T-89 AASHTO T-90	Límite Líquido (%)		60,0
		Índice Plástico (%)		21,0
CBR de agregados sueltos (esfuerzo modificado)	AASHTO T-193	91% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	4,2
			5,08 mm (0,2 in)	4,0
		95% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	7,1
			5,08 mm (0,2 in)	6,7
		97% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	8,6
			5,08 mm (0,2 in)	8,2
Expansión (%)			1,25	
Relación densidad-humedad (esfuerzo estándar)	AASHTO T-99	Densidad máxima (kg/m³)		1265,0
		Humedad óptima (%)		35,1
Análisis granulométrico de agregados y suelos	AASHTO T-11 AASHTO T-27	Tamiz		Porcentaje pasando (%)
		(in)	(mm)	
		N° 4	4,75	100,0
		N° 10	2,00	97,0
		N° 40	0,425	90,0
		N° 200	0,075	73,6

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

Tabla 9. Resultados obtenidos para la muestra de material granular (capa 1) recolectada en Calle Jaules.

Ensayo	Método de ensayo	Resultados		
Límites de plasticidad	AASHTO T-89 AASHTO T-90	Límite Líquido (%)		N/P
		Índice Plástico (%)		N/P
CBR de agregados sueltos	AASHTO T-193	91% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	48,0
			5,08 mm (0,2 in)	62,0
		95% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	85,0
			5,08 mm (0,2 in)	106,0
		97% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	104,0
			5,08 mm (0,2 in)	103,0
Expansión (%)			-0,04	
Relación densidad-humedad (esfuerzo modificado)	AASHTO T-180	Densidad máxima (kg/m³)		2072,0
		Humedad óptima (%)		10,4
Análisis granulométrico de agregados y suelos	AASHTO T-11 AASHTO T-27	Tamiz		Porcentaje pasando (%)
		(in)	(mm)	
		4	101,60	100,0
		3	76,20	90,0
		2 1/2	63,50	77,0
		2	50,80	64,0
		1 1/2	38,10	54,0
		1	25,40	46,0
		3/4	19,00	41,0
		1/2	12,70	37,0
		3/8	9,50	34,0
		N° 4	4,75	40,0
		N° 10	2,00	23,0
		N° 40	0,425	11,0
		N° 200	0,075	4,0
Clasificación de suelos y agregados	AASHTO M-145 AASHTO D-2487	Clasificación SUCS	Grava bien graduada con arena (GW)	
		Clasificación AASHTO	A-1-a (0) Mayoritariamente grava, con arena y finos	

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

Tabla 10. Resultados obtenidos para la muestra de subrasante recolectada en Calle Jaules.

Ensayo	Método de ensayo	Resultados		
Límites de plasticidad	AASHTO T-89 AASHTO T-90	Límite Líquido (%)		59,0
		Índice Plástico (%)		13,0
CBR de agregados sueltos (esfuerzo modificado)	AASHTO T-193	91% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	3,3
			5,08 mm (0,2 in)	3,5
		95% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	5,3
			5,08 mm (0,2 in)	5,9
		97% de compactación	2,54 mm (0,1 in)	6,3
			5,08 mm (0,2 in)	7,1
Expansión (%)			0,74	
Relación densidad-humedad (esfuerzo estándar)	AASHTO T-99	Densidad máxima (kg/m³)		1044,0
		Humedad óptima (%)		49,3
Análisis granulométrico de agregados y suelos	AASHTO T-11 AASHTO T-27	Tamiz		Porcentaje pasando (%)
		(in)	(mm)	
		1	25,40	100,0
		½	19,00	95,0
		¾	12,70	93,0
		N° 4	4,75	91,0
		N° 10	2,00	89,0
		N° 40	0,425	83,0
		N° 200	0,075	59,0
Clasificación de suelos y agregados	AASHTO M-145 AASHTO D-2487	Clasificación SUCS	Limo de alta plasticidad, elástico arenoso (MH)	
		Clasificación AASHTO	A-7-5 (8) Arcilla limosa de alta compresibilidad	

Fuente. LGC Ingeniería de Pavimentos S.A., 2023.

3.3.2. Caracterización del tránsito

Con la finalidad de caracterizar el flujo vehicular en las rutas seleccionadas e incluirlo dentro del análisis del deterioro evidenciado en estas a través del tiempo, se procedieron a realizar conteos vehiculares en sitio con el objetivo de estimar el Tránsito Promedio Diario (TPD) para cada una de las vías. Después de realizar un análisis de las características de las rutas y sitios cercanos, se decidió implementar conteos vehiculares manuales, siguiendo la metodología establecida por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2014) en el Capítulo IV del Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial

Cantonal. Los resultados obtenidos a partir de los conteos vehiculares realizados se resumen en la Tabla 11. Para más detalle, se pueden consultar los formularios de registro en el Apéndice 4.

Tabla 11. Resumen de resultados caracterización del tránsito Calle El Cerro y Calle Jaules.

Nombre del camino	Ubicación del sitio de conteo	Rango horario promedio	Promedio total de vehículos contabilizados por hora	Periodo total de conteo (horas)	Factor de expansión promedio	Tránsito Promedio Diario (TPD)
Calle El Cerro	100 m Norte del cruce Calle las Praderas	1:00 pm – 5:00 pm	14,88	8,00	17,97	267,30
Calle Jaules	200 m Este de la capilla comunal	8:00 am – 1:00 pm	2,22	8,00	16,40	36,49

Cabe destacar que, como se observa en la Tabla 11, los registros del flujo vehicular en las rutas consisten en conteos parciales, es decir, de menos de 24 horas. Lo anterior genera la necesidad de determinar un factor de expansión para el cálculo del TPD. A través del ingeniero Juan Carlos Barrantes, se accedió a la base de datos de factores de expansión horaria que utiliza el PRVC II MOPT-BID, desarrollada por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) a partir de conteos de 24 horas sobre rutas de la Red Vial Cantonal. De tal manera, en función de los rangos horarios o periodos de estudio que abarcan los conteos en cada una de las rutas, se determinaron los factores de expansión horaria por provincia (Cartago) y por región (Central), siendo el valor presentado en la Tabla 9 y utilizado para el cálculo del TPD, el promedio de estos dos valores. La totalidad de los registros obtenidos a través de los conteos pueden consultarse en el Apéndice 3, que reúne los diferentes formularios de flujo vehicular.

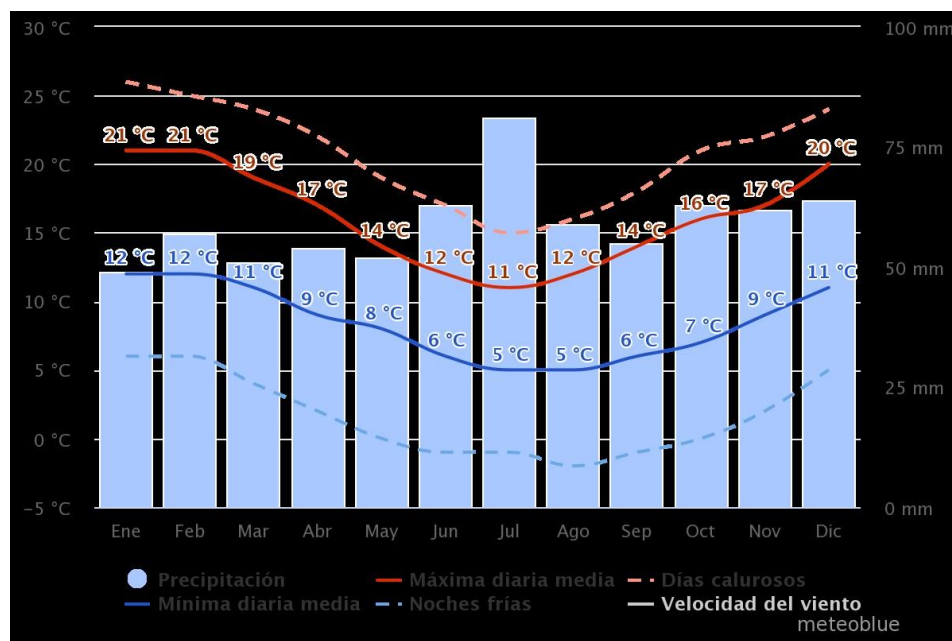
3.3.3. Caracterización climática

En el estudio del deterioro vial resulta de utilidad contar con registros de estaciones o modelos meteorológicos que permitan analizar la tendencia climática durante el periodo de estudio, especialmente en vías no pavimentadas, cuya condición se puede ver notablemente afectada por factores climáticos como la lluvia. Para efectos de la caracterización climática de las rutas, se recurrió a la aplicación meteoblue, que ofrece historiales climáticos y predicciones con base en modelos meteorológicos con más de 30 años de simulaciones. Cabe resaltar que la información obtenida a partir de modelos meteorológicos puede no representar con exactitud los datos climáticos registrados. Sin embargo, para la finalidad que persigue el presente proyecto se considera son

una alternativa viable para caracterizar el clima, especialmente al considerar las restricciones que existen sobre los datos recolectados por estaciones meteorológicas en el país.

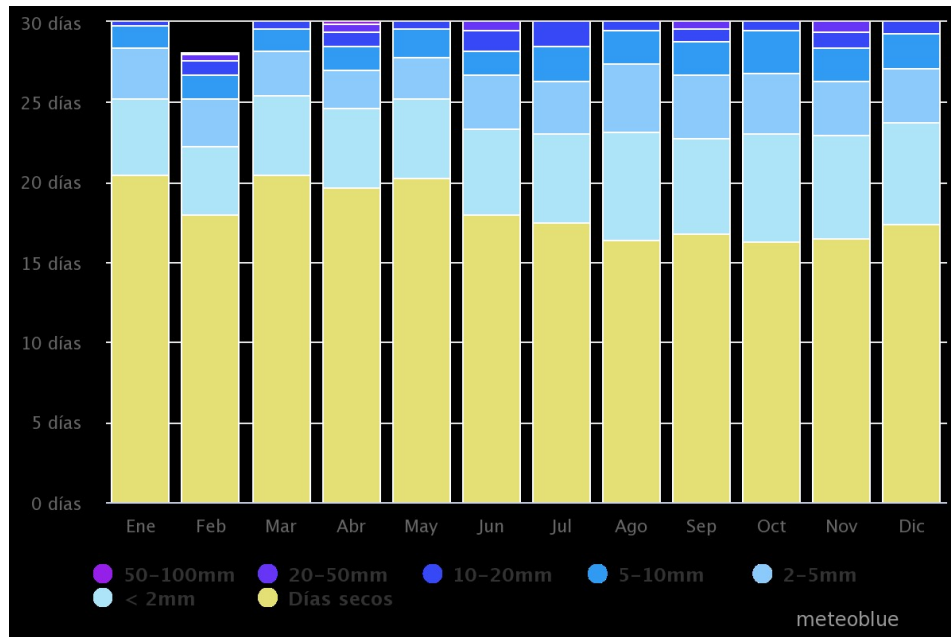
Como simplificación y derivado de las limitaciones que presenta la aplicación implementada, se asume un mismo comportamiento climático para ambas rutas sujetas a monitoreos de condición, partiendo de los datos registrados en la aplicación para Cartago, Costa Rica. En la Figura 16 se presenta el gráfico de temperatura media y precipitaciones mensuales generado por meteoblue para el año 2023, con base en las simulaciones de sus modelos. Por otra parte, se presenta en la Figura 17 un gráfico de cantidad de precipitación mensual y en la Figura 18 una gráfica con información relativa a los días de precipitación, cielo nublado y sol para el mismo periodo.

Figura 18. Temperaturas medias y precipitaciones para Cartago, Costa Rica en el año 2023.



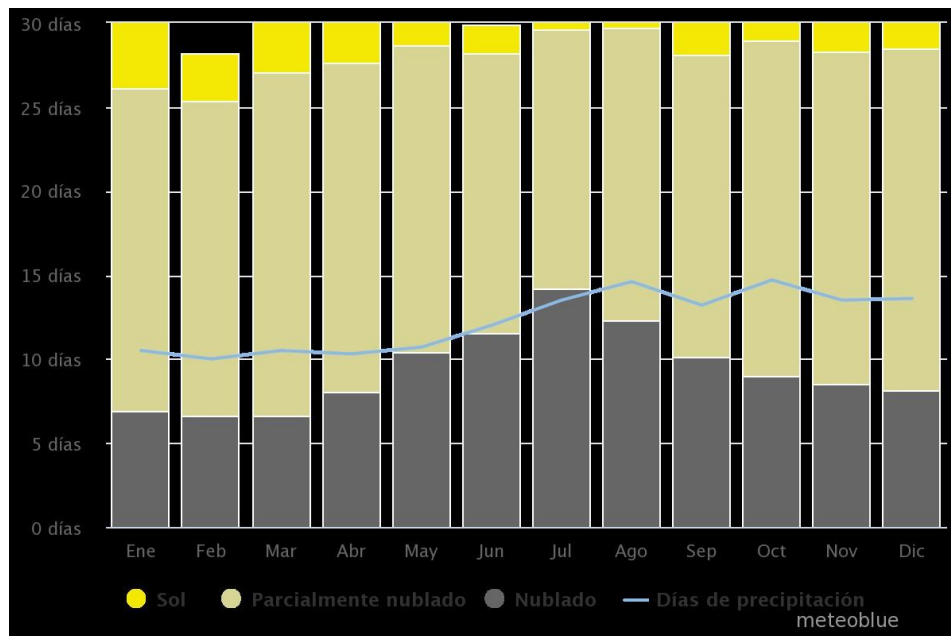
Fuente. Meteoblue, 2023.

Figura 19. Cantidad de precipitación para Cartago, Costa Rica en el año 2023.



Fuente. Meteoblue, 2023.

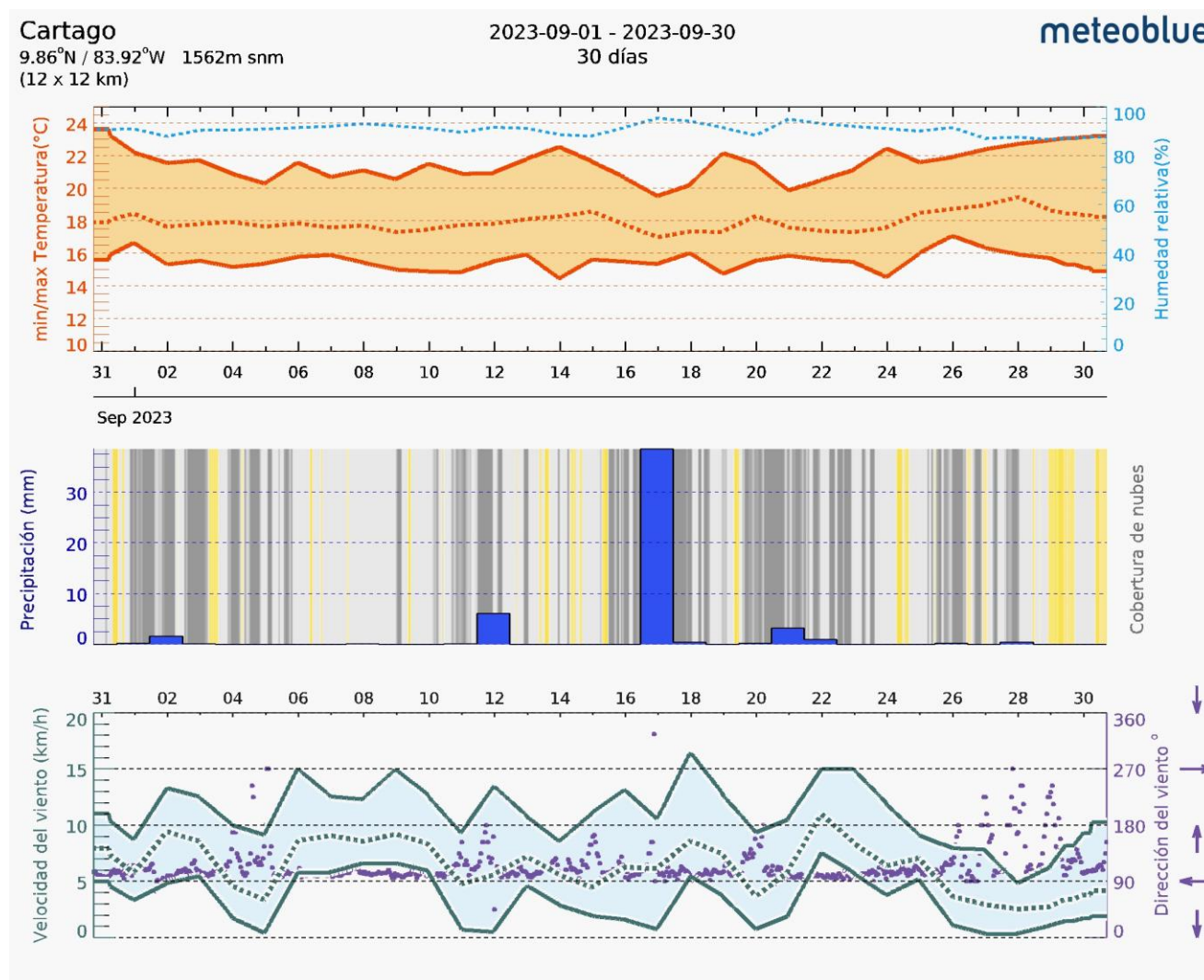
Figura 20. Días de sol, cielo nublado y precipitaciones para Cartago, Costa Rica en el año 2023.



Fuente. Meteoblue, 2023.

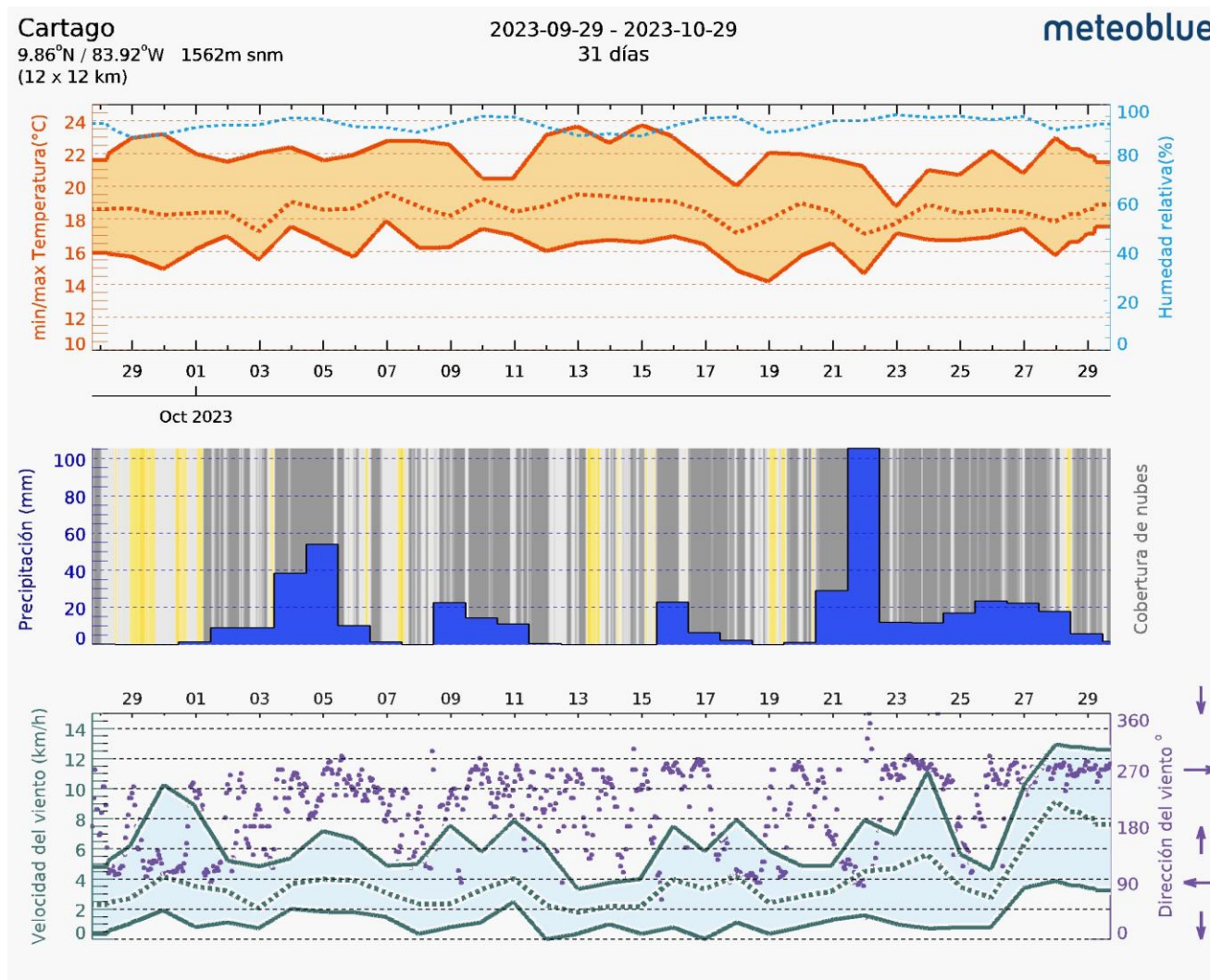
Por su parte, las Figuras 21, 22 y 23 presentan un resumen general de parámetros climáticos para los meses de setiembre, octubre y noviembre respectivamente, con la finalidad de tener un panorama más claro de la posible tendencia climática entre mediciones de condición de las vías.

Figura 21. Caracterización climática para Cartago, Costa Rica durante el mes de setiembre del año 2023.



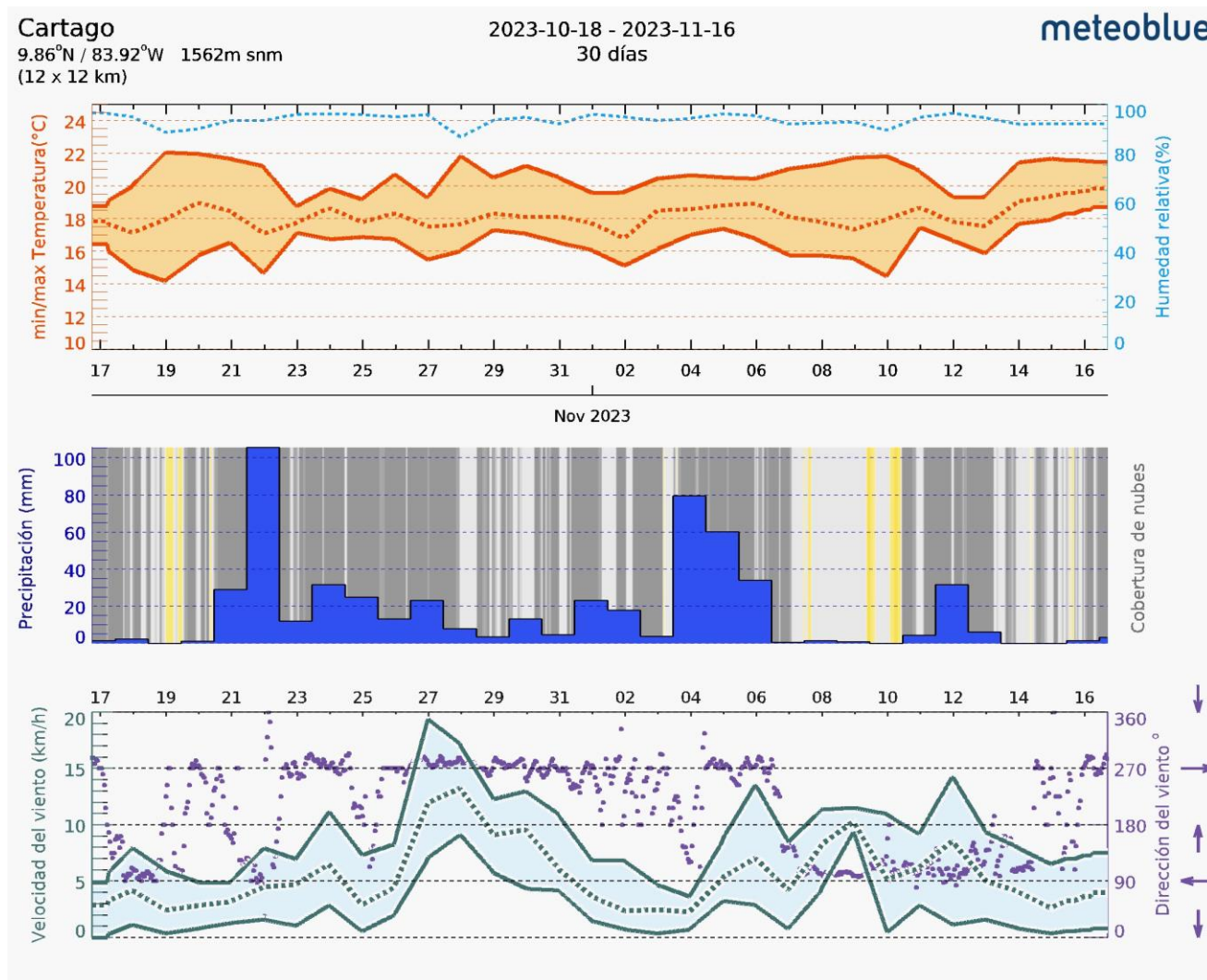
Fuente. Meteoblue, 2023.

Figura 22. Caracterización climática para Cartago, Costa Rica durante el mes de octubre del año 2023.



Fuente. Meteoblue, 2023.

Figura 23. Caracterización climática para Cartago, Costa Rica durante el mes de noviembre del año 2023.



Fuente. Meteoblue, 2023.

3.3.4. Registro de Índices de Regularidad Internacional

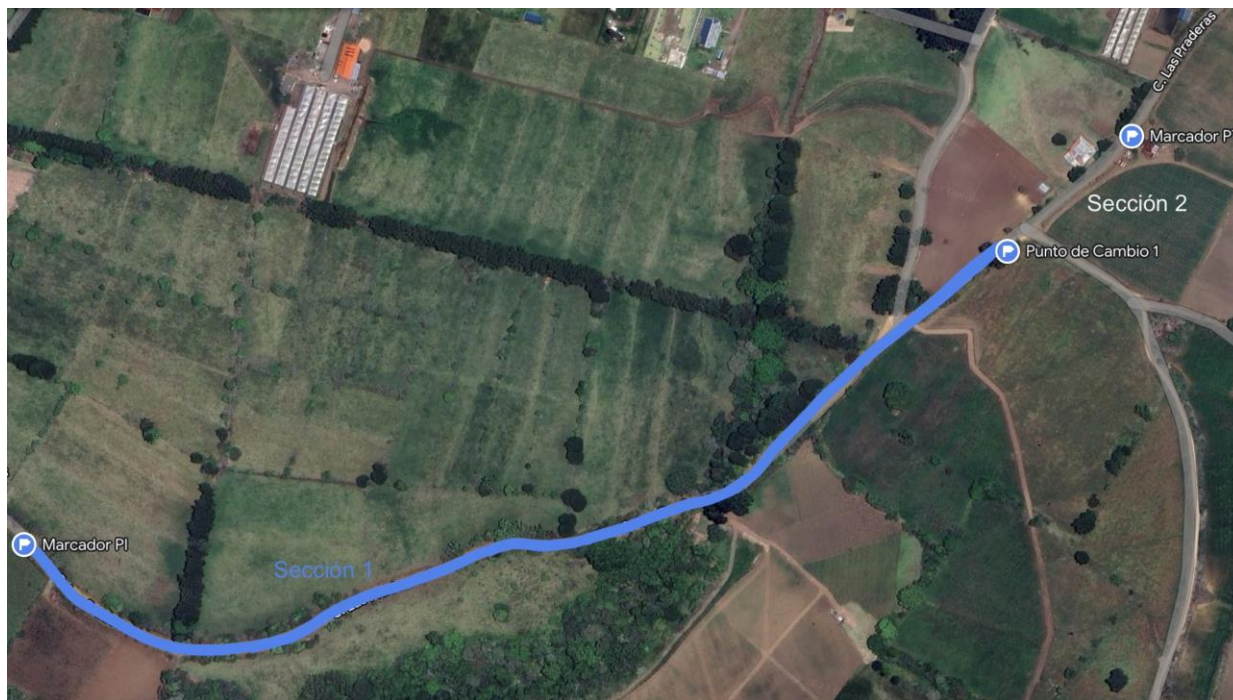
Siguiendo lo descrito en la sección 2.3 de este proyecto, las rutas seleccionadas se sometieron a un análisis para definir los tramos de medición definitivos sobre los cuales se realiza el monitoreo periódico de la condición superficial partiendo del IRI como indicador, cuyas coordenadas de inicio y fin se describen en la Tabla 12. En el caso de la ruta identificada como Calle El Cerro, se delimitó el día 31 de agosto una única sección de medición, que corresponde a un tramo de camino poco menor a un kilómetro de longitud. Posteriormente, el 13 de setiembre se realizó una valoración de la ruta denominada Calle Jaules, esto con el objetivo de identificar los tramos de mayor similitud a las condiciones de la sección previamente seleccionada en Calle El Cerro. A

partir de la visita realizada al sitio y de una primera evaluación del IRI utilizando el equipo ARRB Roughometer III, cuyos informes se encuentran en el Apéndice 5, se seleccionaron dos tramos de medición en Calle Jaules, siendo el de mayor longitud cercano a los 400 m. Las Figuras 24 y 25 muestran la ubicación de las secciones de medición seleccionadas para el monitoreo del IRI, esto para Calle El Cerro y Calle Jaules respectivamente.

Tabla 12. Tramos de medición seleccionadas para el monitoreo del IRI.

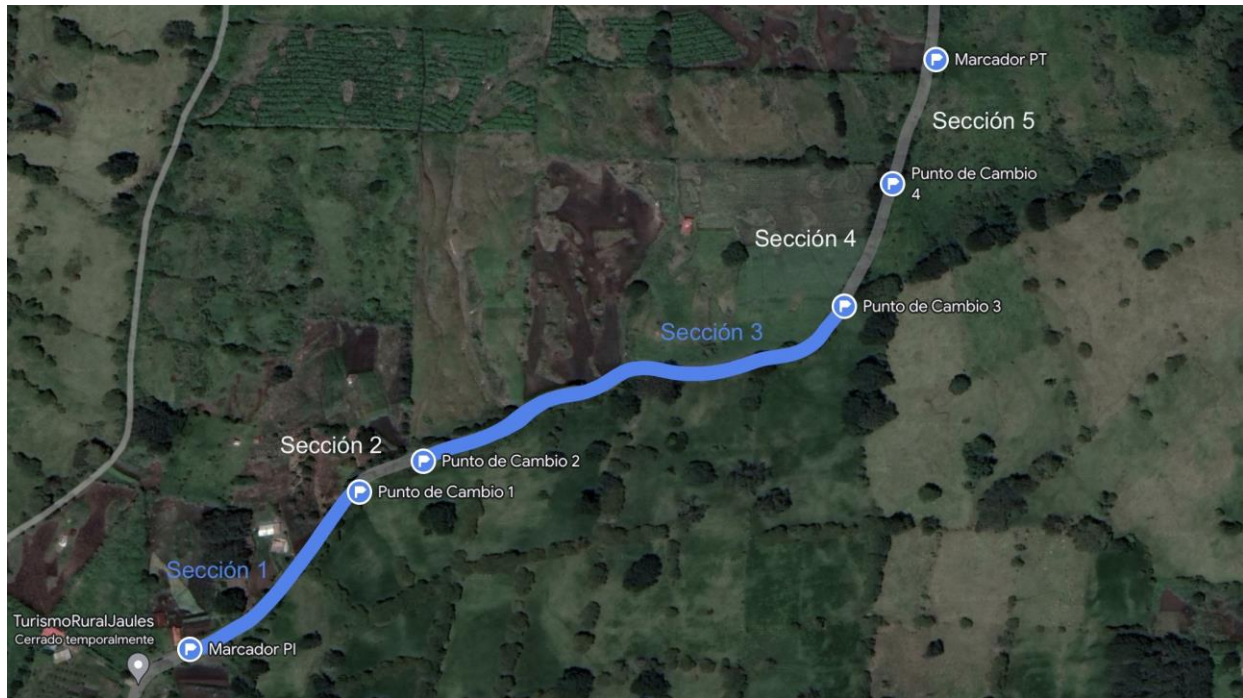
Nombre de la ruta	Identificación	Longitud del tramo (m)	Coordenadas geográficas del punto inicial	Coordenadas geográficas del punto de final
Calle El Cerro	Sección 1	890,00	(9,8653900; -83,8675600)	(9,8655088; -83,8675678)
Calle Jaules	Sección 1	100,00	(9,9048878; -83,8608712)	(9,9046096; -83,8611956)
	Sección 3	380,00	(9,9051826; -83,8606729)	(9,9064080; -83,8576796)

Figura 24. Ubicación del tramo de medición identificado en Calle El Cerro.



Fuente. Google Maps, 2023.

Figura 25. Ubicación de los tramos de medición identificados en Calle Jaules.



Fuente. Google Maps, 2023.

La primera evaluación del IRI para la ruta Calle El Cerro se realizó el 13 de setiembre del 2023. En primera instancia, para la evaluación de la regularidad de la superficie se realizaron 10 repeticiones con el equipo ARRB Roughometer III sobre el tramo de medición delimitado, en las cuales se calculó el IRI de la huella izquierda del carril de circulación a cada 100 m y según los puntos de referencia establecidos, como se puede observar en los informes de medición del Apéndice 5. El Roughometer III está diseñado para medir únicamente una huella de tránsito, esto a partir del principio de determinación de la regularidad superficial con base en un acelerómetro vertical, que, tal y como indica ARRB Group (2016), se coloca el lado del conductor en el eje trasero del vehículo. Cabe resaltar que, al inicio del Apéndice 5, se suministra un enlace a una carpeta de almacenamiento que contiene los resultados de medición en formato CSV procesados a cada 25 m y 10 m adicionalmente.

La metodología de medición se mantuvo para las evaluaciones subsecuentes, las cuales se realizaron con intervalos de 7 o 15 días entre sí, esto en función de la disponibilidad de los recursos suministrados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes para la ejecución de los levantamientos de información. La Tabla 13 muestra un resumen de los principales resultados obtenidos a través de las evaluaciones de regularidad superficial en Calle El Cerro, esto para el periodo comprendido entre el miércoles 13 de setiembre y el miércoles 15 de noviembre.

Tabla 13. Resultados generales evaluación IRI para el tramo de medición 1 de Calle El Cerro del 13 de setiembre de 2023 al 15 de noviembre del 2023.

N°de repetición	13/09/23	20/09/23	04/10/23	18/10/23	01/11/23	15/11/23
	Promedio IRI (m/km)	Promedio IRI (m/km)	Promedio IRI (m/km)	Promedio IRI (m/km)	Promedio IRI (m/km)	Promedio IRI (m/km)
1	12,824	11,618	10,655	9,826	9,669	13,114
2	12,728	11,655	11,359	9,423	9,733	15,751
3	11,858	11,751	12,137	9,330	9,510	17,261
4	12,266	12,206	12,515	9,475	9,996	16,441
5	13,074	11,855	11,616	9,582	9,864	14,386
6	11,751	11,870	11,879	9,608	9,995	20,585
7	11,224	11,369	11,139	9,614	10,215	22,514
8	11,311	12,007	11,422	9,608	9,753	19,645
9	11,136	11,736	11,575	9,969	9,876	20,158
10	11,482	12,190	11,482	10,109	9,503	19,446
Valor promedio	11,966	11,826	11,578	9,654	9,811	17,930
Rango de valores	1,939	0,836	1,860	0,779	0,712	9,400
Varianza	0,511	0,067	0,268	0,060	0,050	9,048
Desviación estándar	0,715	0,260	0,517	0,244	0,224	3,008

Por otro lado, las evaluaciones en Calle Jaules dieron inicio el 20 de setiembre del 2023, es decir, con un desfase de una semana respecto a la primera evaluación en Calle El Cerro. Los resultados obtenidos para el monitoreo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) se detallan en la Tabla 14 para la Sección 1 (S1) y Sección 3 (S3), esto para el periodo comprendido entre el miércoles 20 de setiembre y el miércoles 15 de noviembre.

Tabla 14. Resultados generales evaluación IRI para los tramos de medición 1 y 3 de Calle Jaules del 20 de setiembre de 2023 al 15 de noviembre del 2023.

N° de repetición	20/09/23		04/10/23		18/10/23		01/11/23		15/11/23	
	Promedio IRI (m/km)		Promedio IRI (m/km)		Promedio IRI (m/km)		Promedio IRI (m/km)		Promedio IRI (m/km)	
	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3	S1	S3
1	51,800 *	40,332 *	18,800	15,701	22,300	23,884	18,500	24,778	41,100	34,870
2	24,500	19,642	20,800	19,064	23,000	21,722	18,600	19,658	45,500	28,540
3	23,278	18,400	20,100	16,353	21,800	20,675	18,600	16,823	37,700	34,967
4	17,700	17,807	21,500	19,114	20,100	22,373	19,900	23,191	51,400	34,117
5	23,200	18,366	24,300	16,431	23,300	21,416	23,600	24,654	31,100	35,046
6	20,500	19,869	25,500	18,441	21,000	25,944	25,100	22,339	45,700	33,127
7	29,400	18,168	19,300	17,411	24,500	22,231	20,800	23,843	55,200	28,969
8	27,000	16,838	22,100	17,605	23,000	21,573	19,700	18,611	44,100	29,524
9	22,600	19,995	18,500	17,152	23,700	22,849	28,300	24,175	28,600	30,309
10	21,000	18,329	18,100	15,203	**	**	18,700	22,533	**	**
Valor promedio	23,242	18,601	20,900	17,248	22,522	22,519	21,180	22,061	42,267	32,163
Rango de valores	11,700	3,157	7,400	3,911	4,400	5,269	9,800	7,955	26,600	6,507
Varianza	12,163	1,091	6,193	1,824	1,889	2,494	11,963	8,523	76,247	7,748
Desviación estándar	3,487	1,045	2,489	1,350	1,375	1,579	3,459	2,919	8,732	2,784

* Repetición descartada por valores atípicos

** No fue posible ejecutar la repetición por problemas con el equipo, para evitar ponerlo en riesgo u otro motivo

Las Figuras 26 y 27 muestran, respectivamente, el comportamiento de los valores de regularidad superficial registrados periódicamente en Calle El Cerro y Calle Jaules, esto mediante un gráfico que muestra para cada una de las fechas de evaluación, el comportamiento de los valores promedio del IRI en función del estacionamiento o distancia recorrida sobre el tramo en estudio. La Figura 26 presenta únicamente el comportamiento de los tramos de Calle Jaules sujetos a análisis para efectos de este proyecto, es decir, las secciones 1 y 3. Por tal motivo, no se presenta información de la sección 2 en el gráfico correspondiente.

Figura 26. Índice de Regularidad Internacional (IRI) exhibido en las seis fechas de evaluación registradas para Calle El Cerro.

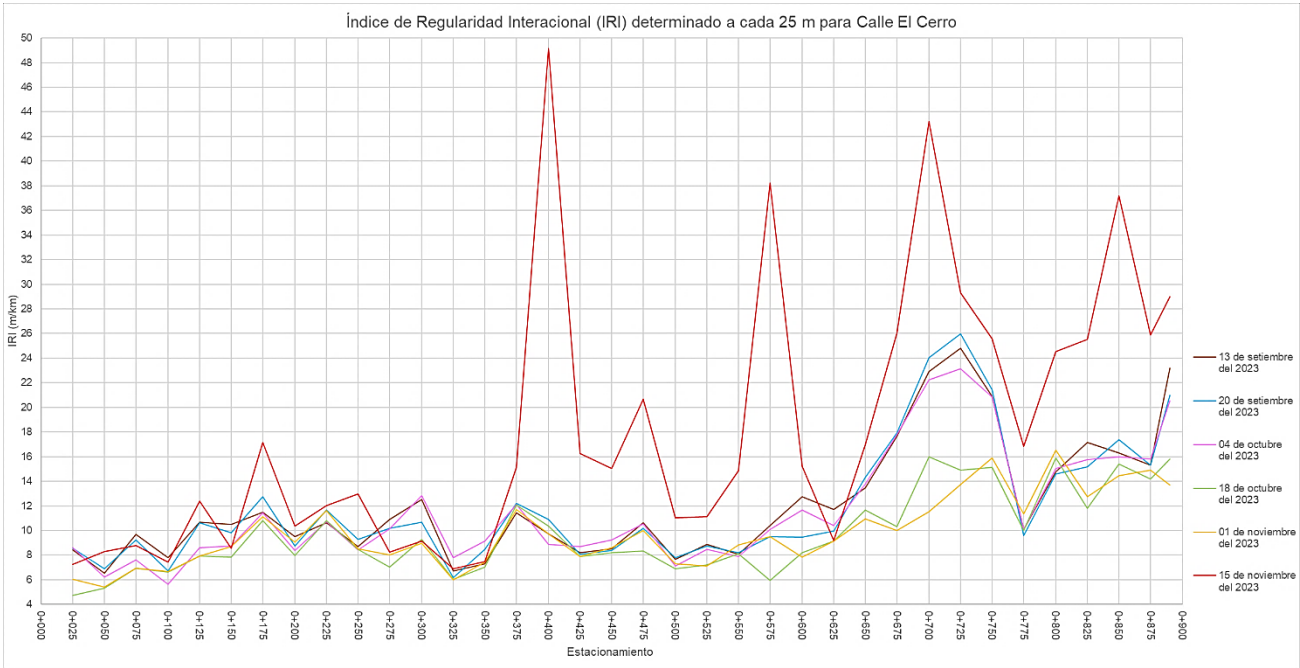
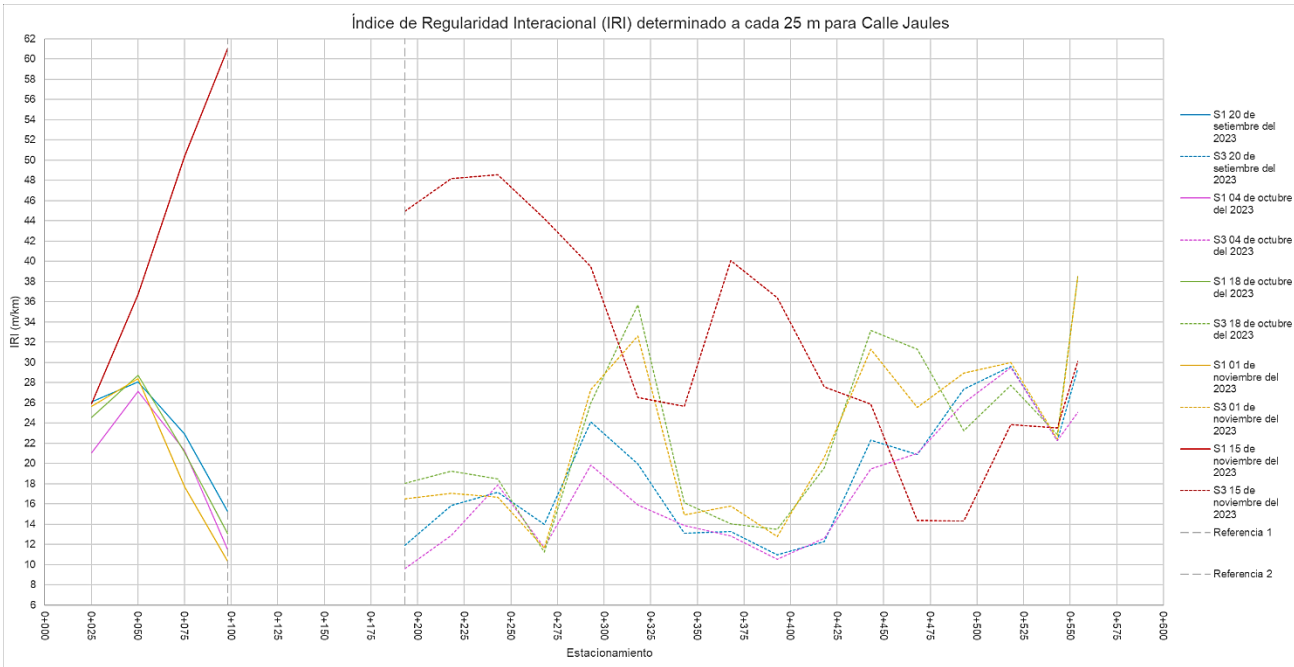


Figura 27. Índice de Regularidad Internacional (IRI) exhibido en las cinco fechas de evaluación registradas para Calle Jaules.



Cabe resaltar que el día 15 de noviembre, posterior a las mediciones y durante el proceso de desinstalación del equipo Roughometer III, se detectó una anomalía en la montura que mantiene el acelerómetro en posición sobre eje del vehículo. Lo anterior generaba que el sensor pudiese rotar ligeramente sobre el eje. Al momento en que se detectó la anomalía, el acelerómetro presentaba una desviación, como se muestra en la Figura 85 del Apéndice 7, de aproximadamente -8° respecto a su posición totalmente vertical (0°). En el Capítulo 4 del presente documento, dedicado al análisis de resultados, se profundizará sobre el posible efecto de esta anomalía sobre los datos recolectados mediante las mediciones; sin embargo, se presentan en las Figuras 28 y 29 los gráficos de Índice de Regularidad Internacional (IRI) anteriores, mas excluyendo las evaluaciones del 15 de noviembre del 2023, pues no se consideran resultados representativos.

Figura 28. Índice de Regularidad Internacional (IRI) exhibido en evaluaciones registradas para Calle El Cerro, excluyendo el levantamiento del 15 de noviembre.

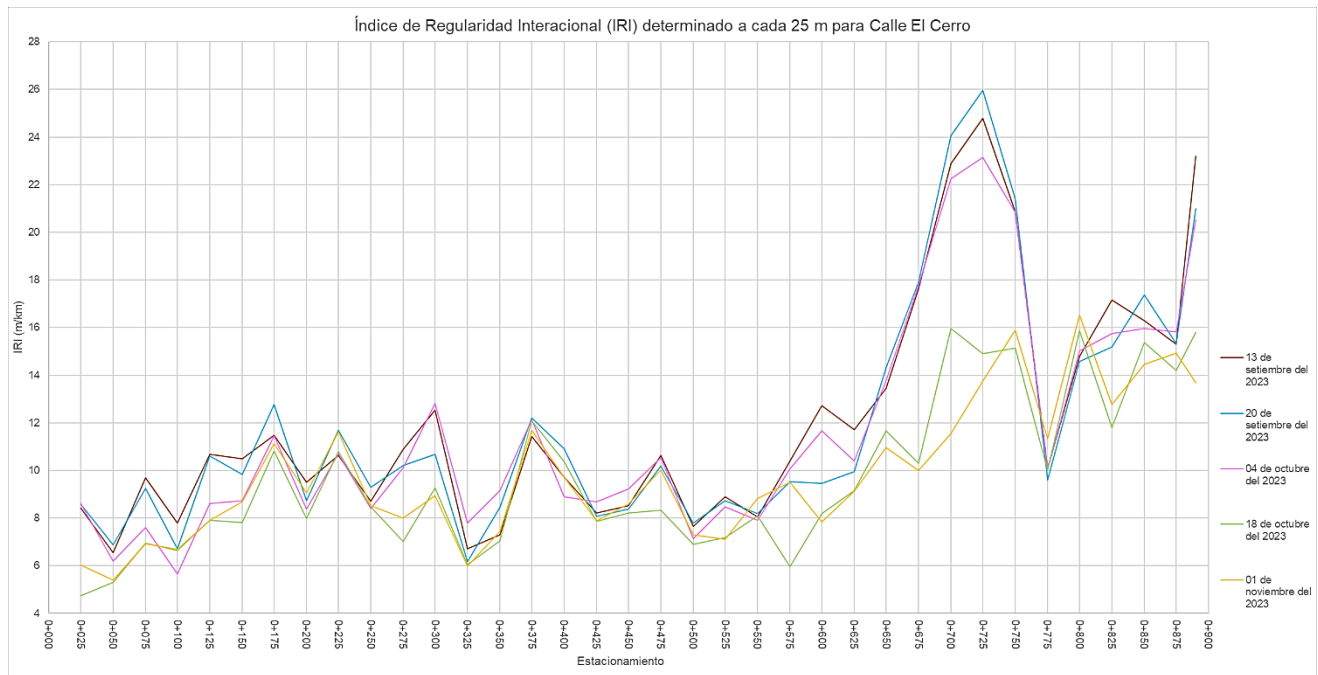


Figura 29. Índice de Regularidad Internacional (IRI) exhibido en evaluaciones registradas para Calle El Cerro, excluyendo el levantamiento del 15 de noviembre.



3.3.5. Registro de índice de condición de caminos no pavimentados (URCI)

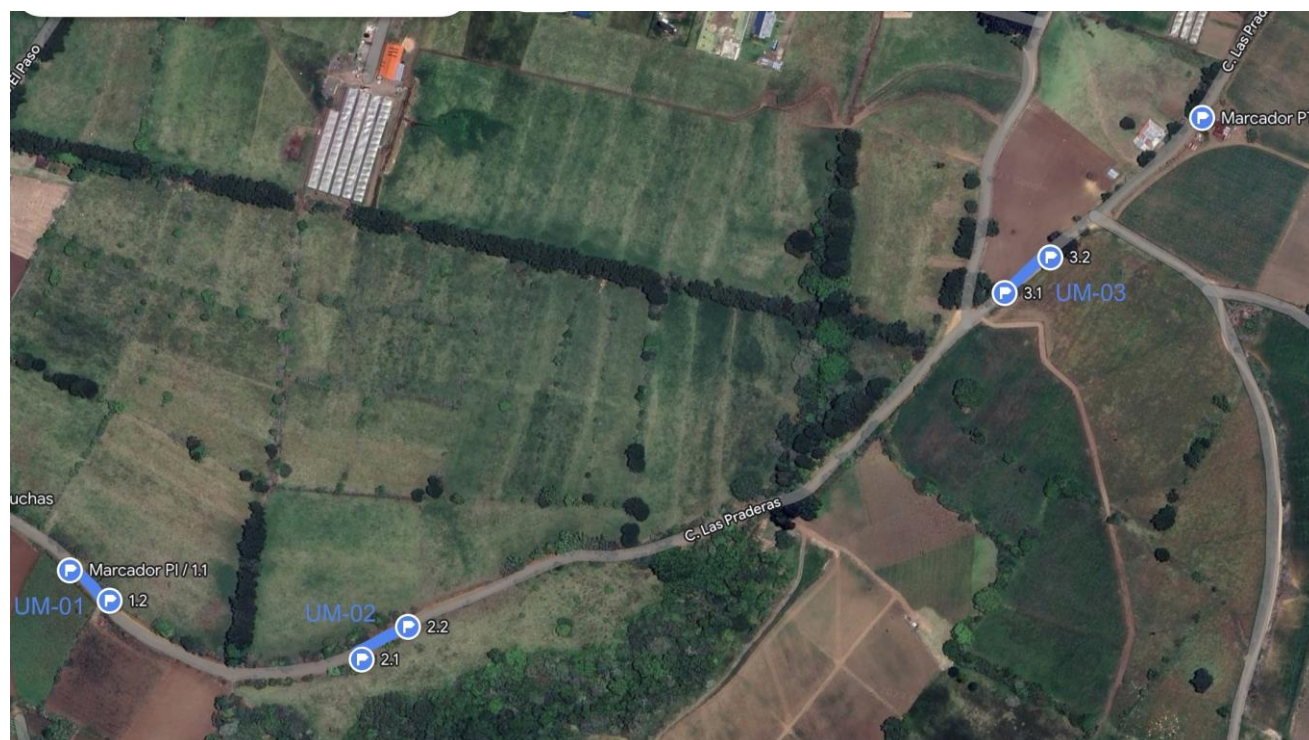
Una vez definidos los tramos de medición para las evaluaciones de regularidad, se procedió a definir las unidades de estudio para los monitoreos de condición de la superficie de las vías mediante el indicador URCI, esto siguiendo los criterios establecidos por el Departamento de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en el Manual Técnico TM 5-626. El TM 5-626 establece el área de cada unidad muestral debe ser $230 \pm 90 \text{ m}^2$, además recomienda seleccionar como mínimo dos unidades muestrales por cada kilómetro de longitud de la sección sujeta a análisis, mientras que para secciones de menos de 0,8 km establece que una única unidad representativa es suficiente.

La Tabla 15 contiene la información correspondiente a los tramos seleccionados para la determinación del URCI en ambas rutas. Cabe recalcar que los tramos muestrales definidos para la ruta Calle Jaules se encuentran ubicados uno dentro de cada una de las dos secciones definidas para la medición del IRI en la Tabla 13, como se puede observar en las Figuras 30 y 31, las cuales muestran la ubicación de las unidades de medición seleccionadas para el monitoreo del URCI, esto para Calle El Cerro y Calle Jaules respectivamente.

Tabla 15. Tramos de evaluación URCl.

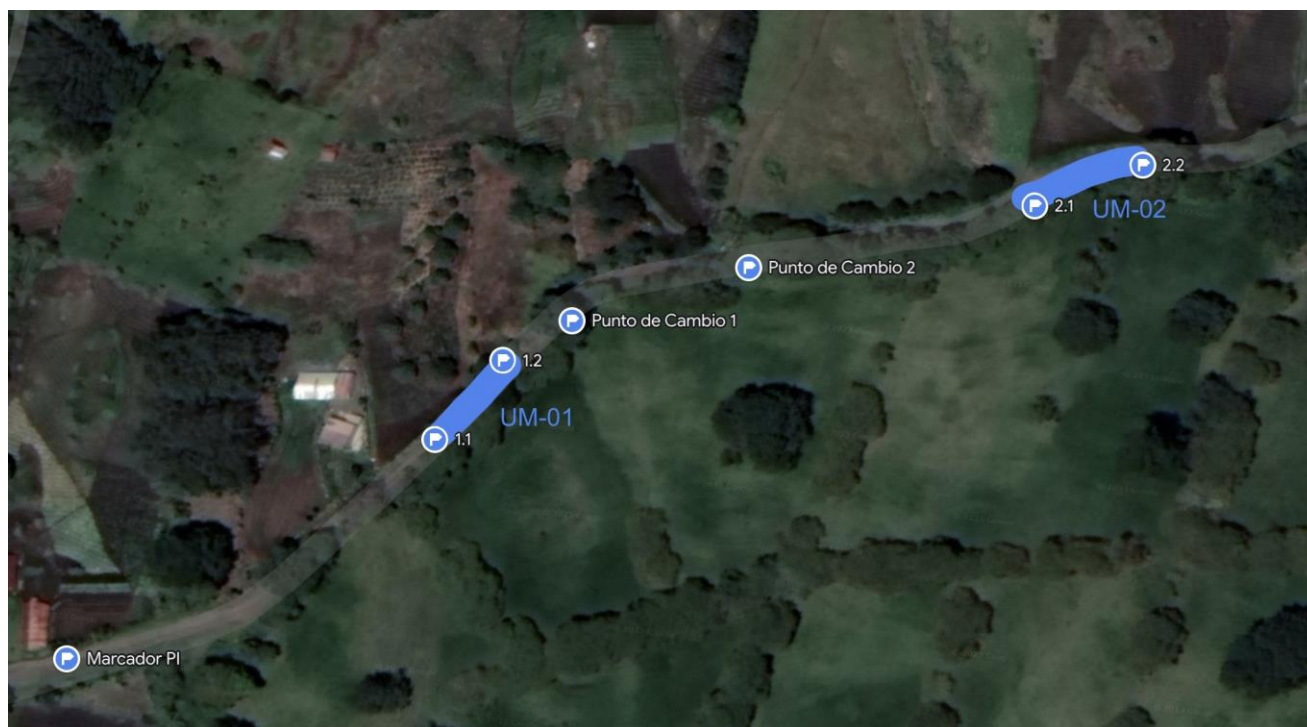
Nombre del camino	Unidad muestral	Coordenadas punto inicial	Coordenadas punto de final	Longitud de la sección (m)	Ancho de sección (m)	Área unidad muestral (m²)
Calle Jaules	UM-01	(9,90502; -83,86081)	(9,90532; -83,86054)	41,34	3,90	161,23
	UM-02	(9,90566; -83,85966)	(9,90590; -83,85921)	56,59	4,23	239,38
Calle El Cerro	UM-01	(9,86539; -83,86756)	(9,86527; -83,86724)	41,56	5,75	238,97
	UM-02	(9,86532; -83,86556)	(9,86568; -83,86523)	54,41	5,48	298,17
	UM-03	(9,86904; -83,86205)	(9,86934; -83,86180)	42,07	4,35	183,00

Figura 30. Ubicación de las tres unidades de medición de URCl en Calle El Cerro.



Fuente. Google Maps, 2023.

Figura 31. Ubicación de las dos unidades de medición de URCI en Calle Jaules.



Fuente. Google Maps, 2023.

Las Tablas 16 y 17 muestran un resumen de los principales resultados obtenidos a través de las evaluaciones de URCI en Calle El Cerro, esto para el periodo comprendido entre el 13 de setiembre y 04 de octubre en el caso de la Tablas 16 y para el periodo entre el 18 de octubre y el 15 de noviembre en el caso de la Tabla 17.

Tabla 16. Resultados generales evaluación URCI Calle El Cerro del 13 de setiembre del 2023 al 04 de octubre del 2023.

Sección	Unidad muestral	13 de setiembre 2023		20 de setiembre 2023		04 de octubre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	83,75	Muy bueno	83,75	Muy bueno	83,75	Muy bueno
1	UM-02	86,00	Excelente	87,00	Excelente	86,30	Excelente
1	UM-03	83,50	Muy bueno	75,00	Muy bueno	68,80	Bueno
URCI Promedio		84,42	Muy bueno	81,92	Muy bueno	79,62	Muy bueno

Tabla 17. Resultados generales evaluación URCI Calle El Cerro del 18 de octubre del 2023 al 15 de noviembre del 2023.

Sección	Unidad muestral	18 de octubre 2023		01 de noviembre 2023		15 de noviembre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	83,75	Muy bueno	83,75	Muy bueno	83,75	Muy bueno
1	UM-02	90,00	Excelente	88,60	Excelente	94,80	Excelente
1	UM-03	71,90	Muy bueno	77,60	Muy bueno	78,10	Muy bueno
URCI Promedio		81,88	Muy bueno	83,32	Muy bueno	85,55	Excelente

De forma análoga, las Tablas 18 y 19 muestran los resultados obtenidos para las evaluaciones de URCI en Calle Jaules, esto en el periodo comprendido entre el miércoles 20 de setiembre y el miércoles 15 de noviembre. Los datos registrados para el cálculo del URCI pueden consultarse en los formularios de medición, esto en el Apéndice 6.

Tabla 18. Resultados generales evaluación URCI Calle Jaules del 20 de setiembre del 2023 al 18 de octubre del 2023.

Sección	Unidad muestral	20 de setiembre 2023		04 de octubre 2023		18 de octubre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	62,50	Bueno	61,50	Bueno	62,75	Bueno
3	UM-02	60,00	Bueno	57,50	Bueno	58,00	Bueno

Tabla 19. Resultados generales evaluación URCI Calle Jaules del 01 de noviembre del 2023 al 15 de noviembre del 2023.

Sección	Unidad muestral	01 de noviembre 2023		15 de noviembre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	64,40	Bueno	63,20	Bueno
3	UM-02	56,25	Bueno	53,75	Admisible

Por otra parte, las Tablas 20, 21, 22 y 23 presentan los resultados obtenidos al calcular el URCI excluyendo del procedimiento los deterioros cuantificados bajo el defecto 82 (drenaje lateral inadecuado), pues este no está directamente reflejado sobre la superficie de ruedo de los caminos. Por tanto, se excluye el deterioro de los drenajes de los cálculos que dan paso a los siguientes resultados de URCI, contemplando el análisis de la relación que podría existir entre este indicador y el IRI, dado que este último no se refleja de ninguna manera la condición de estas estructuras.

Tabla 20. Resultados evaluación URCI Calle El Cerro del 13 de setiembre de 2023 al 04 de octubre del 2023, sin contemplar el deterioro 82.

Sección	Unidad muestral	13 de setiembre 2023		20 de setiembre 2023		04 de octubre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	98,75	Excelente	98,75	Excelente	98,75	Excelente
1	UM-02	91,25	Excelente	90,50	Excelente	89,50	Excelente
1	UM-03	85,20	Excelente	77,60	Muy bueno	71,80	Muy bueno
URCI Promedio		91,73	Excelente	88,95	Excelente	86,68	Excelente

Tabla 21. Resultados generales evaluación URCI Calle El Cerro del 18 de octubre del 2023 al 15 de noviembre del 2023, sin contemplar el deterioro 82.

Sección	Unidad muestral	18 de octubre 2023		01 de noviembre 2023		15 de noviembre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	98,75	Excelente	98,75	Excelente	98,75	Excelente
1	UM-02	92,50	Excelente	92,00	Excelente	97,20	Excelente
1	UM-03	70,20	Muy bueno	82,00	Muy bueno	74,50	Muy bueno
URCI Promedio		87,15	Excelente	90,92	Excelente	90,15	Excelente

Tabla 22. Resultados generales evaluación URCI Calle Jaules del 20 de setiembre de 2023 al 18 de octubre del 2023, sin contemplar el deterioro 82.

Sección	Unidad muestral	20 de setiembre 2023		04 de octubre 2023		18 de octubre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	78,50	Muy bueno	75,50	Muy bueno	77,60	Muy bueno
3	UM-02	74,75	Muy bueno	71,25	Muy bueno	72,00	Muy bueno

Tabla 23. Resultados generales evaluación URCI Calle Jaules del 01 de noviembre del 2023 al 15 de noviembre del 2023, sin contemplar el deterioro 82.

Sección	Unidad muestral	01 de noviembre 2023		15 de noviembre 2023	
		URCI	Clasificación	URCI	Clasificación
1	UM-01	80,00	Muy bueno	78,30	Muy bueno
3	UM-02	68,50	Bueno	67,70	Bueno

Las Figuras 32 y 33 para Calle El Cerro y la Figura 34 en el caso de Calle Jaules, muestran el comportamiento del URCI registrado en función del tiempo, partiendo de la fecha de su primera evaluación como día cero. Dentro de los gráficos se señalan rangos de valoración de la condición superficial del camino partiendo del URCI como indicador, esto tomando como referencia teórica la escala de clasificación por rangos de URCI establecida por el Departamento de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en el Manual Técnico TM 5-626. Para la ruta designada como Calle El Cerro, se contempla un periodo de evaluación poco mayor a dos meses (63 días), mientras que, para Calle Jaules, la recolección de datos corresponde a un periodo poco menor a dos meses (56 días), derivado del desfase de una semana en el comienzo de las mediciones de ambas rutas.

En el caso de Calle El Cerro, el primer gráfico (Figura 32) muestra el comportamiento del parámetro para las tres unidades muestrales definidas dentro de la misma sección de evaluación, mientras que el segundo gráfico (Figura 33) muestra el comportamiento del URCI promedio obtenido para la sección 1 como unidad global.

Figura 32. Comportamiento a través del tiempo del Índice de condición de caminos no pavimentados (URCI) registrado para las tres unidades muestrales definidas en Calle El Cerro.

Índice de condición de caminos no pavimentados (URCI) de las distintas unidades muestrales de Calle El Cerro en función del tiempo

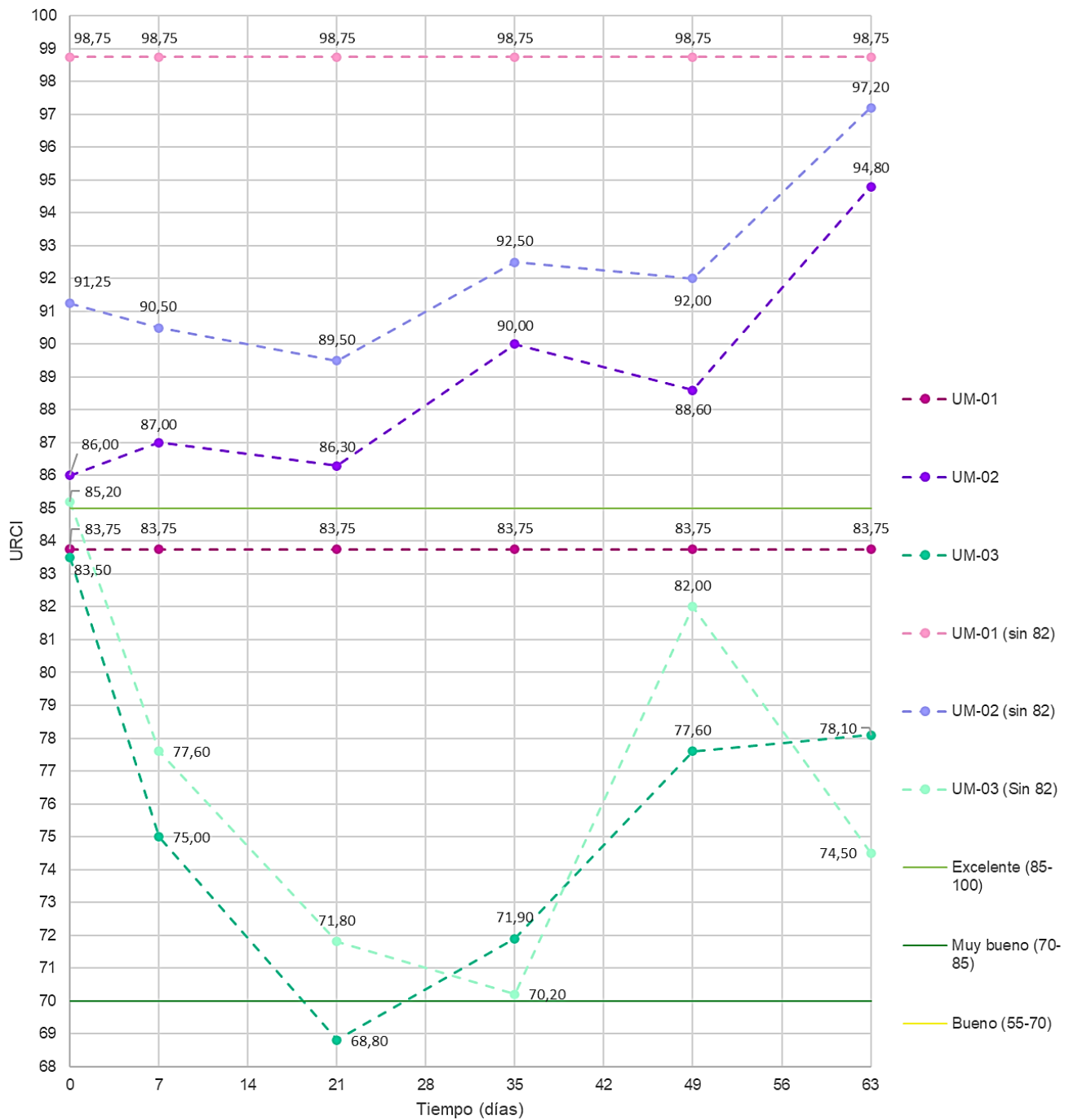


Figura 33. Comportamiento a través del tiempo del Índice de condición de caminos no pavimentados (URCI) promedio registrado para la Sección 1 de Calle El Cerro.

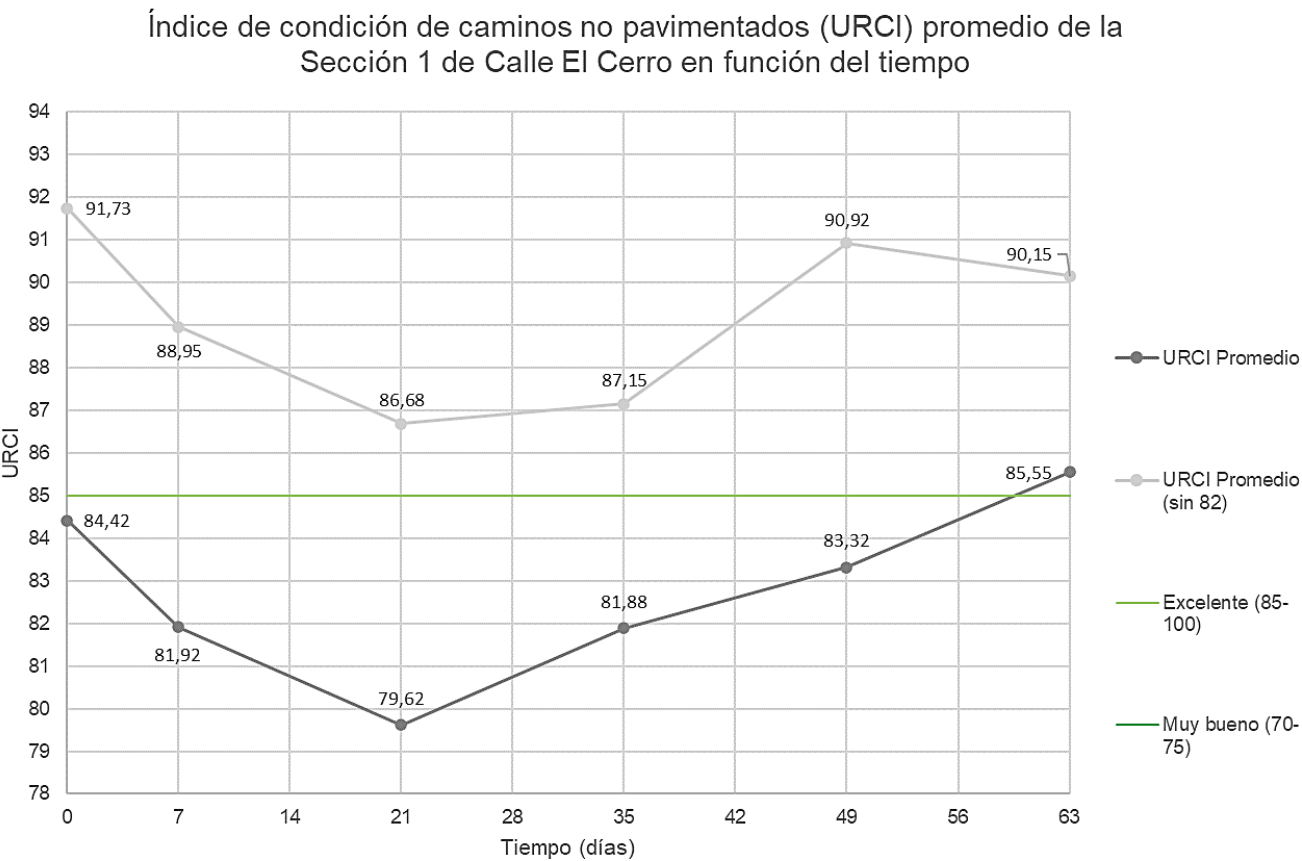
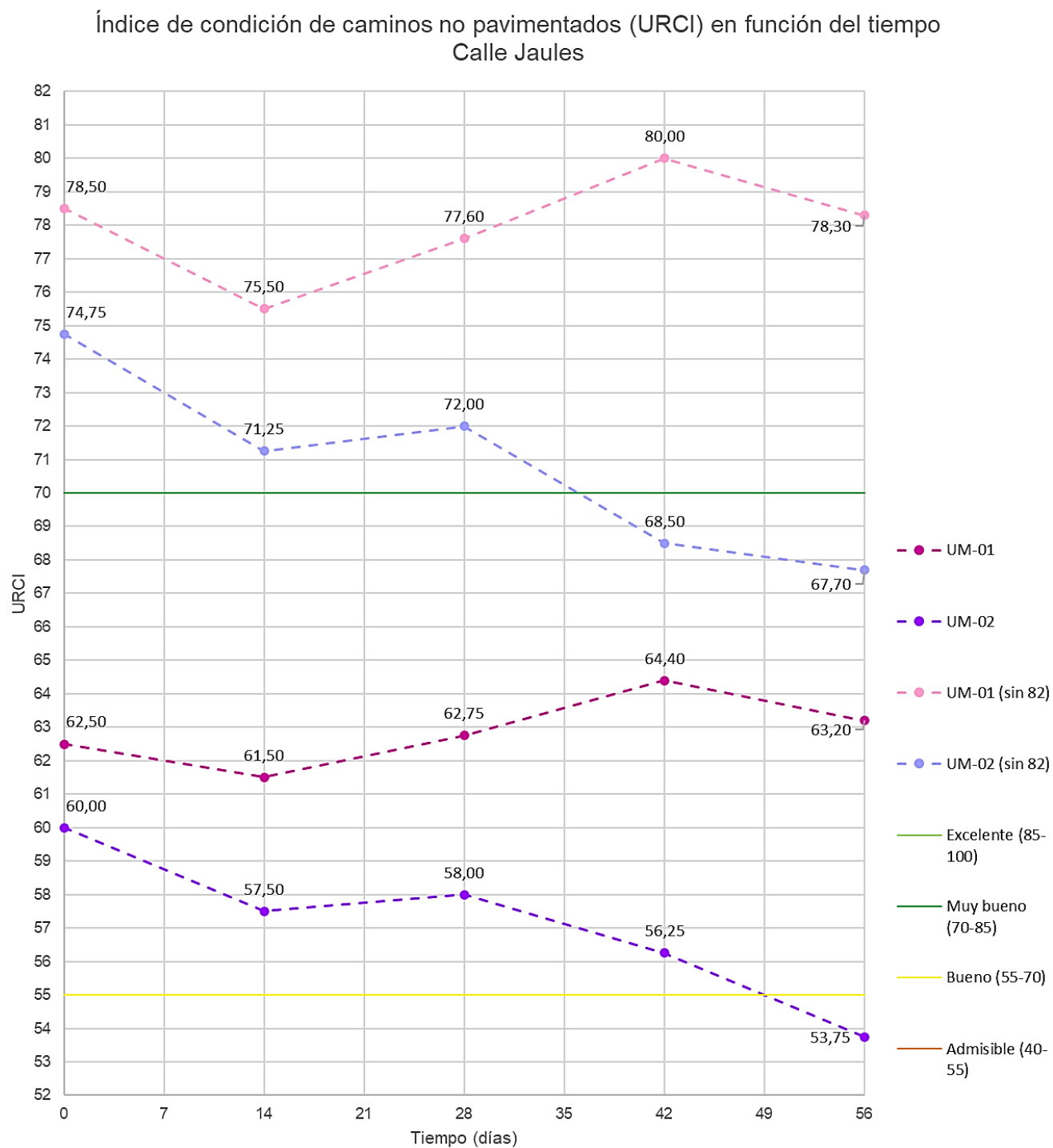


Figura 34. Comportamiento a través del tiempo del Índice de condición de caminos no pavimentados (URCI) registrado para las dos unidades muestrales definidas en Calle Jaules.



3.4. Objetivo específico 4 (OE4)

3.4.1. Correlación IRI – URCI

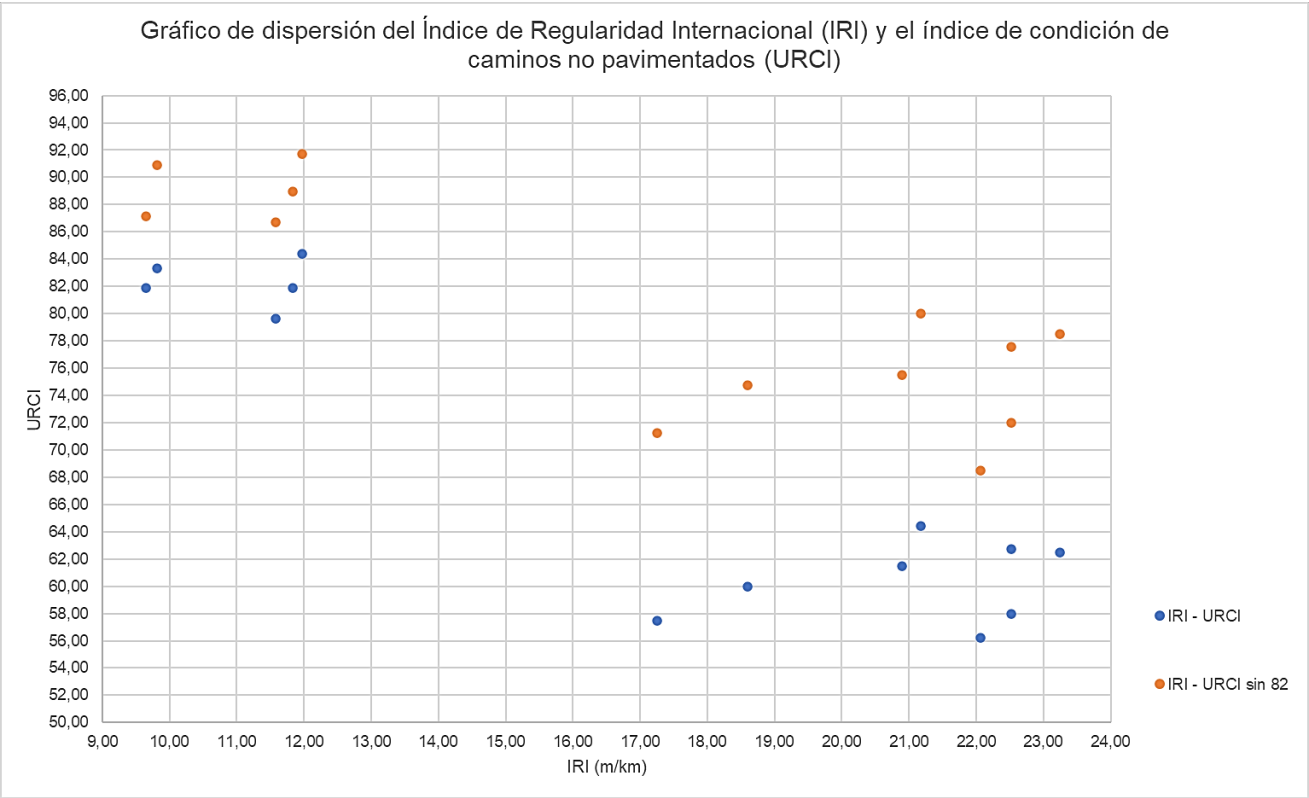
La Tabla 24 muestra los valores agrupados por fecha y ubicación dentro de las rutas, de los resultados de IRI y URCI obtenidos a partir de las evaluaciones periódicas realizadas sobre Calle El Cerro y Calle Jaules durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2023. En esta, se incluyen tanto los resultados de URCI calculados según lo establecido oficialmente en la metodología desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (1995) en el TM 5-626, es decir, contemplando dentro de los deterioros que definen la condición de la vía, el estado de los drenajes longitudinales, así como los obtenidos al excluir del cálculo este tipo de defectos.

Tabla 24. Resultados generales de los monitoreos de deterioro realizados en Calle El Cerro y Calle Jaules durante los meses de setiembre, octubre y noviembre.

Fecha	Ruta	Sección	IRI	URCI	URCI sin 82
13-09-23	Calle El Cerro	Sección 1	11,97	84,42	91,73
20-09-23	Calle El Cerro	Sección 1	11,83	81,92	88,95
04-10-23	Calle El Cerro	Sección 1	11,58	79,62	86,68
18-10-23	Calle El Cerro	Sección 1	9,65	81,88	87,15
01-11-23	Calle El Cerro	Sección 1	9,81	83,32	90,92
20-09-23	Calle Jaules	Sección 1	23,24	62,50	78,50
04-10-23	Calle Jaules	Sección 1	20,90	61,50	75,50
18-10-23	Calle Jaules	Sección 1	22,52	62,75	77,60
01-11-23	Calle Jaules	Sección 1	21,18	64,40	80,00
15-11-23	Calle Jaules	Sección 1	42,27	63,20	78,30
20-09-23	Calle Jaules	Sección 3	18,60	60,00	74,75
04-10-23	Calle Jaules	Sección 3	17,25	57,50	71,25
18-10-23	Calle Jaules	Sección 3	22,52	58,00	72,00
01-11-23	Calle Jaules	Sección 3	22,06	56,25	68,50

La Figura 35 muestra la distribución de datos recolectados en Calle El Cerro y Calle Jaules, esto al graficar los valores de IRI registrados mediante el monitoreo periódico de la regularidad superficial de las vías, contra los valores de URCI calculados a partir las evaluaciones paralelas a las mediciones de IRI, esto bajo los dos casos de abordaje del deterioro de los drenajes longitudinales propuestos para el cálculo del URCI.

Figura 35. Dispersión de los resultados de IRI y URCl registrados a través del monitoreo periódico del deterioro de Calle El Cerro y Calle Jaules.



El Cuadro 20 muestra la matriz de coeficientes de correlación calculados a través del módulo de análisis de datos de Microsoft Excel para los datos presentados en la Tabla 24 y representados en el gráfico de dispersión de la Figura 35.

Cuadro 20. Matriz de correlación IRI - URCl.

	IRI	URCl	URCl sin 82
IRI	1,000		
URCl	-0,908	1,000	
URCl sin 82	-0,829	0,976	1,000

3.4.2. Aproximación de curvas de deterioro

Primeramente, la Figura 36 muestra el comportamiento del Índice de Regularidad Internacional (IRI) registrado para la sección de medición 1 de Calle El Cerro entre el 13 de setiembre y el 15 de noviembre del 2023, partiendo de la fecha de la primera evaluación como día cero en la escala temporal del gráfico, presentada en el eje de las abscisas. Cabe resaltar que en el gráfico se presenta con una línea puntuada la conexión entre los índices de regularidad promedio del 01 de noviembre y el 15 de noviembre, correspondientes a los días 49 y 63 del periodo de registro. Lo anterior tiene como objetivo señalar la anomalía detectada en las evaluaciones de la última fecha del monitoreo, expuesta en la sección 3.3.4.

De forma análoga, las Figuras 37 y 38 muestran la tendencia del IRI registrada entre el 20 de setiembre y el 15 de noviembre para Calle Jaules, esto para las secciones de medición 1 y 3 respectivamente. Cabe resaltar que en todos los gráficos se señalan rangos de valoración de la condición superficial del camino partiendo del IRI como indicador, esto tomando como referencia teórica la escala de condición para caminos no pavimentados propuesta por ASTM (2021) en el estándar E1926. Adicionalmente, el gráfico muestra mediante barras de error la desviación estándar asociada a cada punto que describe la curva, contemplando que estos responden al valor promedio de las diez repeticiones ejecutadas en cada fecha de evaluación.

Figura 36. Comportamiento a través del tiempo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) registrado para la Sección 1 de Calle El Cerro.

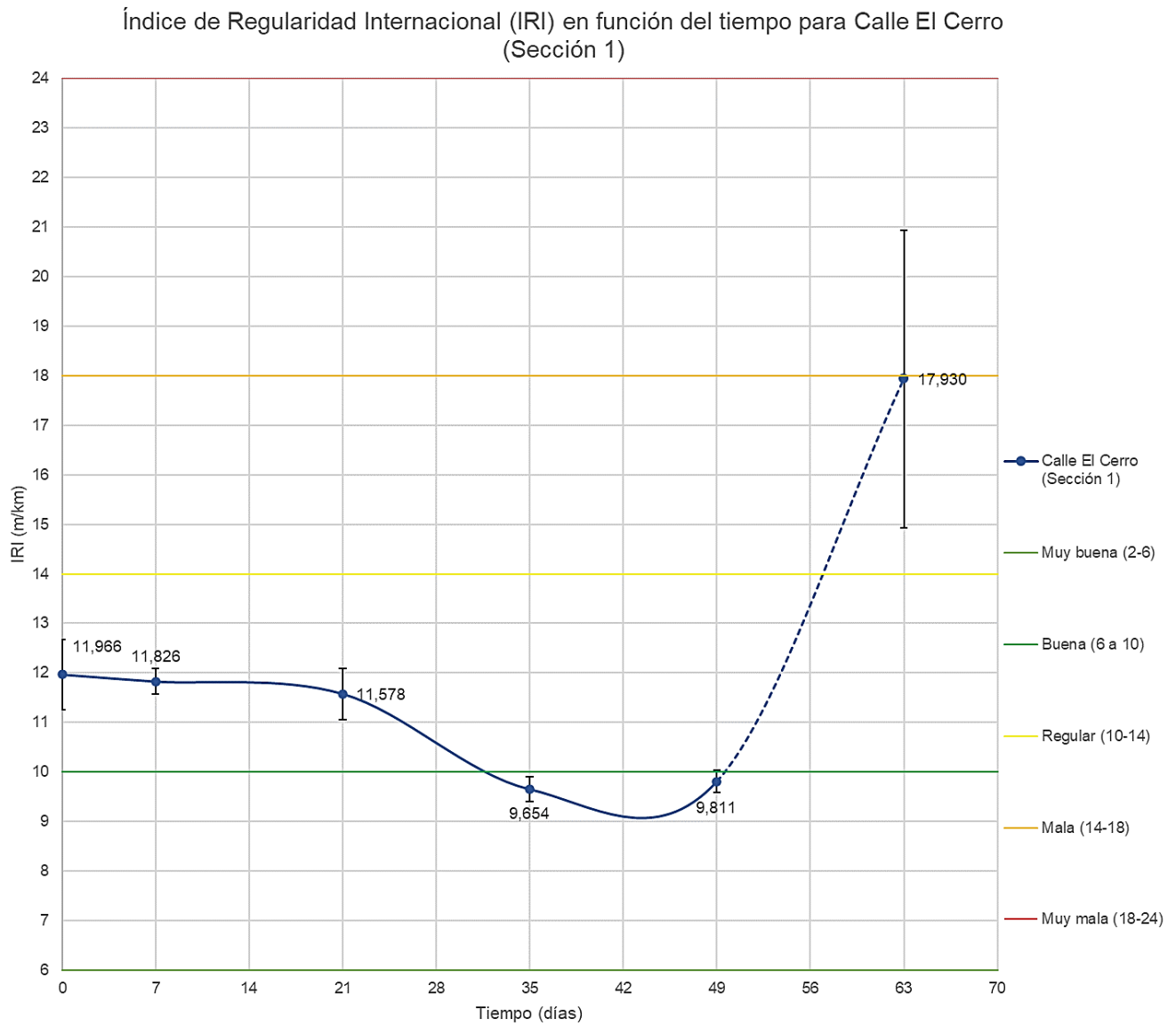


Figura 37. Comportamiento a través del tiempo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) registrado para la Sección 1 de Calle Jaules.

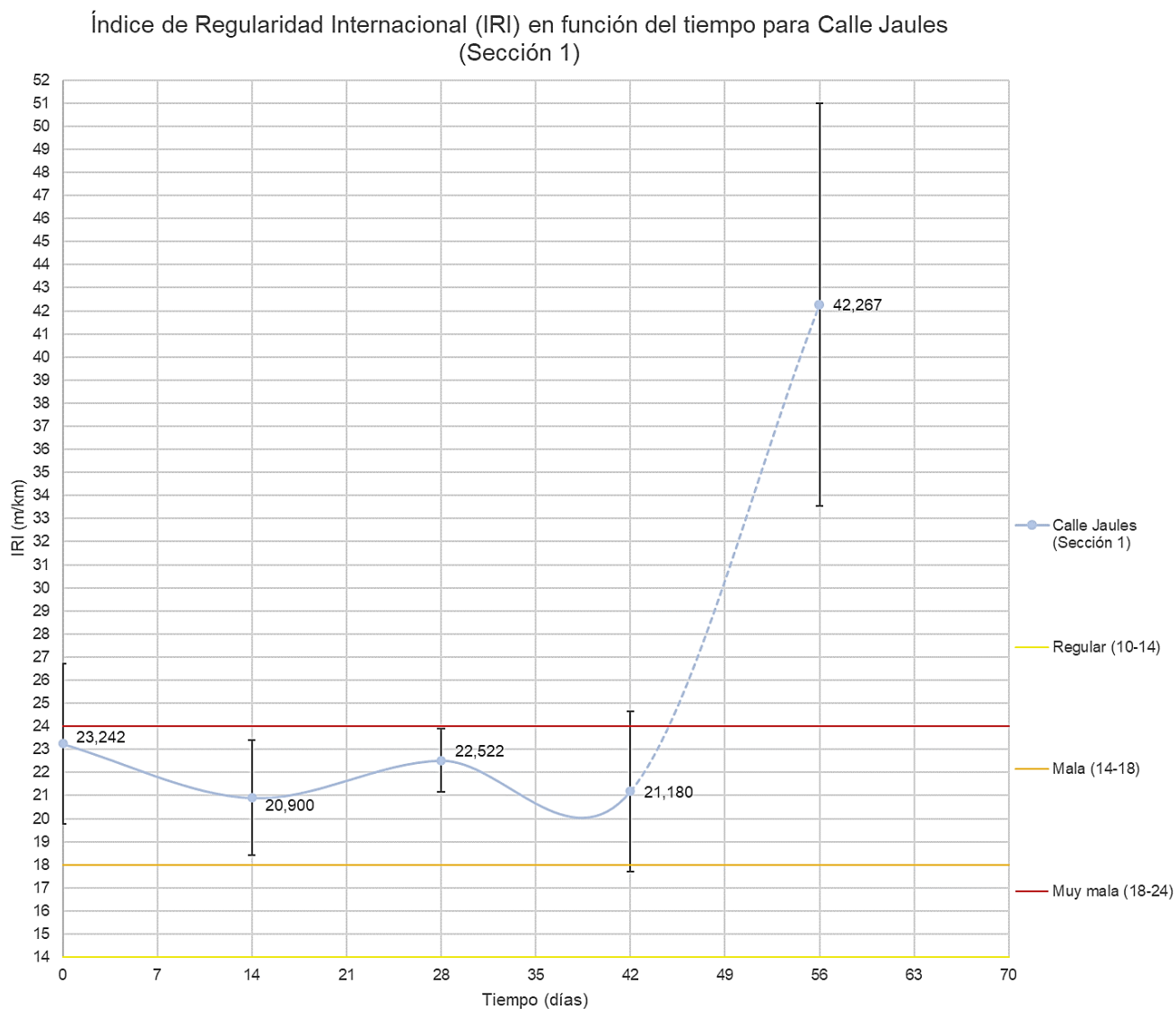
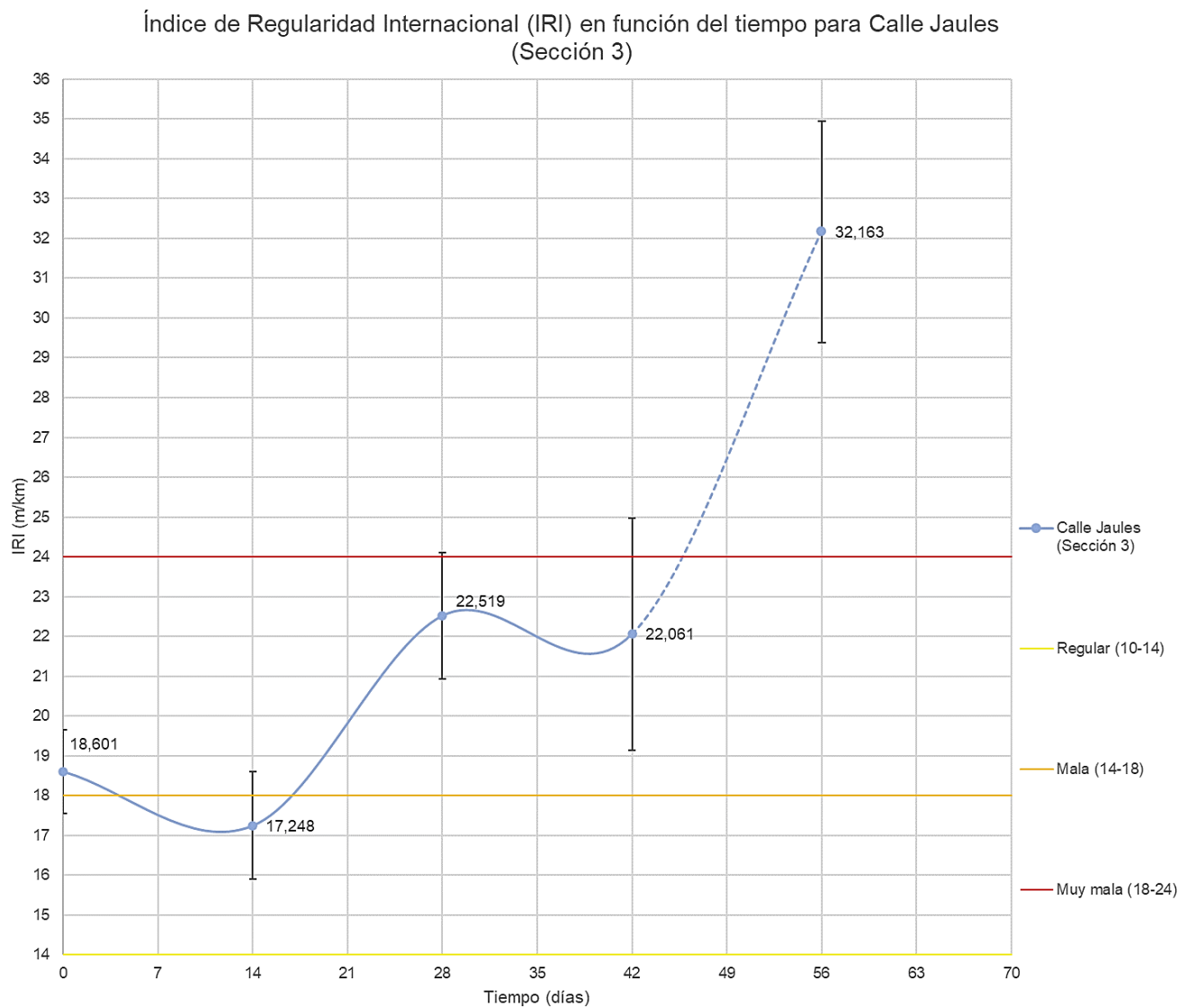


Figura 38. Comportamiento a través del tiempo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) registrado para la Sección 3 de Calle Jaules.



Capítulo 4. Análisis de resultados

4.1. Objetivo específico 1 (OE1)

Como se evidencia en la sección 3.1.1, la idoneidad de los métodos de medición de IRI para una aplicación específica depende tanto de las características inherentes a cada una de las clases bajo las cuales se agrupan y de los instrumentos implementados, como de los requerimientos o necesidades por atender mediante el levantamiento de información relativa a la regularidad superficial de las vías. De tal manera, la aceptación o escogencia de un equipo o metodología de medición para la evaluación de la regularidad superficial no puede llevarse a cabo únicamente contemplando factores como el grado de precisión del instrumento, su costo económico o su complejidad operativa, sino que requiere de una evaluación integral de estos aspectos conjunto a criterios relativos a las condiciones bajo las cuales se realizarán las mediciones, la finalidad o naturaleza de uso de los resultados y la disponibilidad de recursos.

En concordancia con lo anterior, los análisis FODA presentados en la sección 3.1.2 bajo los Cuadros 10, 11, 12 y 13, permiten identificar las fortalezas y debilidades relativas a las características propias de cada metodología de medición, representadas bajo las cuatro clases descritas por Sayers et al. (1986), además de determinar las oportunidades (ventajas) y amenazas (limitaciones) que cada método presenta al ser evaluado bajo las condiciones en las cuales se planteó en los objetivos del proyecto llevar a cabo el monitoreo del IRI, esto tanto respecto a las características físicas de las vías sujetas a estudio, como a las particularidades de la organización involucrada. La información anterior proporciona una base de referencias para la evaluación integral de las alternativas bajo diversos criterios de selección.

En primera instancia, al analizar el Cuadro 10 es posible identificar como principales aspectos positivos de los métodos de Clase I su elevada precisión, siendo inmejorable a nivel práctico, la simplicidad relativa de su funcionamiento y operación, además de la capacidad de los equipos y técnicas agrupadas bajo esta categoría para desempeñarse en diferentes tipos y condiciones de terreno. Lo anterior sería de alto beneficio para la evaluación de rutas no pavimentadas, las cuales pueden llegar a representar terrenos difíciles para las evaluaciones por su naturaleza irregular, especialmente en etapas avanzadas de deterioro. En contraste con los aspectos positivos identificados para estas metodologías de medición, los métodos Clase I tienen debilidades como el requerimiento de operadores capacitados para garantizar el grado de precisión que los caracteriza y el demandar un mayor esfuerzo e inversión de tiempo que otros métodos para desarrollar las evaluaciones, dado el principio de funcionamiento o medición de los equipos. Los aspectos anteriores generan

limitaciones para los métodos de Clase I respecto al propósito de las evaluaciones planteadas como parte del proyecto, pues en general son poco prácticos y eficientes para evaluaciones extensas. Adicionalmente y como se mencionó bajo las amenazas en el Cuadro 10, no se disponía de un instrumento de medición catalogado dentro de esta clase en ninguna de las dependencias del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) involucradas en el proyecto, lo cual supondría eventualmente optar por opciones de alquiler o subcontratación que aumentarían el costo asociado al proyecto.

Por su parte, es posible rescatar del Cuadro 11 que los métodos de Clase II representan en general alternativas de mayor practicidad y eficiencia que los métodos de Clase I, pues estos mantienen una elevada precisión en sus resultados mientras que permiten desarrollar con rapidez el levantamiento de datos de regularidad superficial. Aunado a lo anterior, la mayor parte de los instrumentos catalogados bajo esta categoría basan su principio de medición en la circulación por medio de un vehículo de la superficie a evaluar, es decir, calculan el IRI a partir de un perfil medido por recorrido. La ventaja que ofrecen estos métodos respecto a otras clases que también parten del recorrido de la superficie a evaluar, radica en la independencia de los resultados de factores como la velocidad de circulación del vehículo, lo cual sería provechoso al evaluar rutas no pavimentadas al poder adaptar la velocidad de circulación del vehículo a las condiciones y tipo de superficie, sin llegar a comprometer la validez de los resultados. Sin embargo, estos métodos presentan como criterios negativos el requerimiento de operadores profesionales para su uso, el elevado costo de los equipos, su delicadez y susceptibilidad a daños, además de la interferencia que pueden causar sobre la señal de entrada de equipos láser, condiciones que impidan o dificulten su proyección sobre la superficie.

Al igual que con los equipos de Clase I, el MOPT no cuenta con instrumentos catalogados como Clase II para el desarrollo de las mediciones. Además, las debilidades expuestas para las metodologías de medición de Clase II generan limitaciones para su implementación en la evaluación periódica del IRI en vías en condición de superficie expuesta, pues su alto costo y delicadeza implica que sean poco adecuadas para la medición de IRI en superficies irregulares que puedan poner en riesgo la integridad de los equipos. Adicionalmente, la precisión de equipos láser, que son los más populares, se podría ver afectada por factores típicos de rutas no pavimentadas como el polvo en el aire.

A diferencia de los métodos anteriores, los equipos de Clase III se posicionan como alternativas viables y prácticas para la evaluación periódica de la regularidad de vías en condición de superficie expuesta, dada su robustez, simplicidad operativa y bajo costo que se adaptan en gran medida a las condiciones de irregularidad y mayor riesgo que suponen las vías no pavimentadas, además de la rapidez con la que permiten obtener resultados con un grado de precisión aceptable para la aplicación planteada para el IRI en el presente proyecto académico, cuyo interés reside en el monitoreo del deterioro de la superficie de las vías. Cabe destacar dentro del rubro de fortalezas del análisis FODA del Cuadro 12 que el Laboratorio de Materiales del MOPT cuenta con un equipo de tipo respuesta catalogado como Clase III, el cual fue ofrecido en disponibilidad total para el desarrollo del proyecto.

Pese a los aspectos positivos, estos equipos pueden presentar como desventajas generales el depender en gran medida de las propiedades dinámicas del vehículo sobre el cual se instalan, las cuales varían de vehículo a vehículo y en función del tiempo, además de la necesidad de calibrarlos a partir de instrumentos de clases mayores para poder garantizar la precisión sobre sus resultados. Adicionalmente, la optimización de la precisión de los resultados depende en gran medida de la velocidad de circulación del vehículo, de forma que los fabricantes tienden a establecer velocidades mínimas y máximas de medición para garantizar la precisión ofrecida, rango de velocidades que podría ser difícil de mantener en rutas no pavimentadas con elevados grados de deterioro.

Contemplando las apreciaciones anteriores para las tres clases de mayor precisión en referencia a la medición de IRI, se realizó la evaluación integral de las alternativas bajo los diferentes criterios de valoración que se describen en el Cuadro 14, cuya ponderación de importancia deriva de la matriz “L” observada en el Cuadro 16. En referencia a este último, es posible observar que los criterios catalogados como de mayor importancia corresponden a la capacidad de los equipos para desempeñar mediciones en las condiciones que suponen las superficies no pavimentadas y la velocidad de ejecución de las mediciones, con un 33,36% y 22,02% respectivamente, seguidos por la precisión ofrecida por las metodologías sobre los resultados, el costo económico inicial de los equipos y la disponibilidad de los recursos, con una ponderación cercana al 12% para los tres criterios. De tal manera, se desprende de la evaluación comparativa de las alternativas, realizada mediante la matriz de comparación que se muestra en el Cuadro 17, que los métodos de medición catalogados como Clase III presentan la mejor valuación, con una ponderación relativa a la satisfacción de los criterios propuestos de un 80,72%. Por debajo de los métodos Clase III, se tienen las metodologías Clase I con una satisfacción de 69,73% y, por último, los de Clase II con apenas un 54,09% de ponderación de satisfacción.

De tal manera, la alternativa que ofrece mayores beneficios de acuerdo con la matriz corresponde a la metodología de medición Clase III, mediante equipos de tipo respuesta o RTRRMS. Cabe resaltar que, al analizar los resultados obtenidos en el Cuadro 17, es posible evidenciar que la alternativa con mejor valoración de costo/beneficio no representa la opción que mejor satisface los criterios de adaptabilidad a superficies no pavimentadas y precisión de los resultados, para los cuales dominan las metodologías de Clase I. Sin embargo, los métodos de Clase III ofrecen los mayores beneficios en términos de velocidad de ejecución de las evaluaciones, costo económico inicial y de mantenimiento, complejidad operativa y disponibilidad de los recursos necesarios para ser ejecutados. De ahí su mayor valoración en el contexto del análisis costo beneficio.

4.2. Objetivo específico 2 (OE2)

El segundo objetivo específico de este proyecto parte con el propósito esencial de llevar a cabo la puesta en operación y validación de resultados del dispositivo ARRB Roughometer III, dispuesto para el monitoreo del deterioro vial implementando el IRI como indicador de condición. El equipo fue facilitado por parte de la

Subdirección de Geotecnia y Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, a través del Laboratorio de Materiales, esto ante la solicitud de colaboración con el Programa Red Vial Cantonal MOPT-BID PRVC II.

Para solventar las necesidades inherentes al cumplimiento de las actividades propuestas, así como a la consecución de los productos esperados del desarrollo del objetivo, expuestos en el Cuadro 6 de la sección 2.7, se pueden distinguir tres etapas bajo las cuales es posible agrupar las labores desempeñadas. Las fases de desarrollo identificadas para el objetivo corresponden a la verificación funcional y operativa del equipo, el desarrollo de insumos de instrucción que faciliten su uso e instalación por parte del MOPT una vez culminado este proyecto académico y, finalmente, la verificación de la precisión y exactitud ofrecida por el equipo bajo condiciones de referencia normadas.

En primera instancia, para la verificación funcional del equipo se recurrió como primera medida para la gestión del impacto que traería consigo un eventual desperfecto o limitación operacional del dispositivo, a una revisión inicial de los componentes del equipo previo al inicio del periodo de ejecución del proyecto. Cabe recalcar que, como se mencionó en la sección 3.2.1, previo al desarrollo de este proyecto académico, se desconocía por parte de la Subdirección de Geotecnia y Materiales el estatus funcional del ARRB Roughometer III, así como no se precisaban los procedimientos necesarios su instalación y operación. El Laboratorio de Materiales del MOPT no había puesto en uso previamente el dispositivo, de forma que desde su donación por parte del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), este se encontraba almacenado en una bodega fuera de operación. Lo anterior aumentaba el riesgo relativo de la existencia de defectos en el equipo o la carencia de alguno de sus componentes, lo que podría haber llegado a descalificar su uso para el monitoreo del deterioro vial.

Para mitigar dicho riesgo y su eventual impacto sobre el desarrollo del proyecto, el día 04 de mayo del 2023 se coordinó el desarrollo de una reunión con la dirección del Laboratorio de Materiales del MOPT y personal involucrado en el MOPT-BID PRVC II, en la cual fue posible llevar a cabo una inspección superficial del equipo y de los recursos necesarios para su puesta en operación. A través de dicha revisión, se corroboró la presencia y condición de los componentes indispensables del equipo, tales como la interfaz de datos, los sensores de medición y todos los cables necesarios para su interconexión. El Cuadro 18 de la sección 3.2.1 describe los componentes inspeccionados como parte de la verificación inicial del equipo.

Posteriormente, el día 30 de mayo se llevó a cabo una primera instalación del equipo sobre el vehículo gestionado por parte del Laboratorio de Materiales para la ejecución de la totalidad de las actividades comprendidas en el desarrollo del proyecto, que van desde las pruebas de medición y validación de resultados, hasta las labores de monitoreo periódico de la condición de rutas no pavimentadas. El transporte asignado por el MOPT correspondió a un vehículo Mitsubishi L200 tipo pick up 4x4, el cual por sus características facilita la instalación del equipo y la evaluación rutas no pavimentadas que podrían presentar condiciones de tránsito relativamente complicadas. A través de esta primera aproximación de instalación, fue posible realizar las verificaciones básicas del funcionamiento del equipo expuestas en el Cuadro 18 de la sección 3.2.1, de manera

que se pudo corroborar el funcionamiento de los componentes del sistema y la transmisión de señales de medición al controlador, que permiten en última instancia determinar el IRI de una superficie recorrida.

Para concluir la etapa de verificación funcional y operativa del equipo, se procedieron a realizar una serie de pruebas o ensayos de medición para corroborar la obtención de resultados a partir del levantamiento de datos con el ARRB Roughometer III, así como para corroborar el funcionamiento del software de procesamiento de datos. Los resultados obtenidos para la evaluación realizada sobre la Ruta Nacional 39 el día 13 de julio y sobre la Ruta Nacional 205 el día 19 de julio se adjuntan bajo el Apéndice 2. La evaluación desarrollada sobre la RN 39 cubre una longitud de medición cercana a los 18,3 km, en la cual se puso por primera vez a prueba la capacidad de recolección de datos del equipo Roughometer III, el cual arrojó un valor de IRI global de 2,3 m/km para la sección evaluada. Cabe resaltar que, como se mencionó en la sección 3.2.1, el resultado obtenido no contempla la exclusión de singularidades ni la implementación estricta de una metodología de medición, de forma que constituye únicamente una primera verificación de la funcionalidad básica del equipo.

Por otra parte, con la intención de realizar una verificación inicial de la precisión del equipo previo al proceso de validación de datos, se realizaron múltiples repeticiones consecutivas de mediciones sobre un tramo cercano a los 6,1 km sobre la RN 205. En total y como se puede evidenciar en el Apéndice 2, se realizaron diez evaluaciones de regularidad consecutivas para la determinación del IRI en la sección. A través del ingeniero consultor del PRVC II, Juan Carlos Barrantes, se gestionó la colaboración del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) para el aporte de informes de medición de IRI en la RN 205, correspondientes a mediciones realizadas previo a las evaluaciones con el Roughometer III. El Anexo 1 presenta el informe de resultados de la medición de IRI realizada por LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. el día 12 de mayo del 2023 para el CONAVI.

A partir del análisis comparativo de las secciones de medición y las coordenadas de las estaciones de referencia de las evaluaciones llevadas a cabo el 19 de julio con el Roughometer III y el 12 de mayo mediante perfilómetro inercial, se definió la comparación de los resultados para un tramo cercano a los 2,3 km de longitud. Cabe resaltar que la selección del tramo se llevó a cabo contemplando la mayor concordancia entre las estaciones y coordenadas de medición entre ambas fechas, sin embargo, no es posible asegurar que ambas evaluaciones respondan a la misma trayectoria de medición, esto tanto en lo que respecta al carril medido como al seguimiento de la huella, ni la total coincidencia a nivel longitudinal de los tramos definidos para una longitud de procesamiento de 100 m. De tal manera y contemplando también el distanciamiento temporal entre ambas evaluaciones, la información presentada en la sección 3.2.1 a través de la Tabla 2 responde únicamente a la oportunidad de realizar una primera aproximación de verificación de la precisión y la exactitud del equipo, no a la obtención de resultados concluyentes o altamente representativos.

Ahora bien, al analizar los resultados presentados en la Tabla 2, contemplando las limitaciones asociadas a la comparación de los datos, es posible observar una diferencia entre los valores parciales y globales de IRI reportados por los equipos que se considera relativamente baja, únicamente las secciones

comprendidas entre las estaciones 3+415 – 3+515 y 3+515 – 3+615 presentan diferencias considerablemente mayores a 1 m/km (3,76 m/km y 3,65 m/km respectivamente). Al analizar los reportes de resultados del día 19 de julio, adjuntos en el Apéndice 2, es posible observar que dentro de estos tramos de evaluación existen dos singularidades que coinciden con el informe del Anexo 1 como reductores de velocidad. La presencia de estos dos elementos genera un aumento considerable del IRI registrado en estas secciones respecto al comportamiento del resto de la sección, evidenciando valores de 4,83 m/km y 5,47 m/km como IRI reportado por el perfilómetro inercial de la empresa LGC. Sin embargo, para las mismas secciones el equipo de tipo respuesta Roughometer III reporta valores de IRI de 1,07 m/km y 1,82 m/km. Es posible evidenciar también en los reportes que, para estas dos secciones, las diferentes repeticiones ejecutadas con el Roughometer III reportan la circulación por debajo de la velocidad mínima necesaria para el correcto funcionamiento del equipo, la cual corresponde a 25 km/h.

Como se describe en la sección 5.4 de la guía de uso e instalación adjunta bajo el Apéndice 1, la velocidad de circulación para la medición de regularidad con el Roughometer III debe ser superior a 25 km/h, que corresponde a la velocidad mínima a la cual el equipo puede compensar la pérdida de sensibilidad del acelerómetro, derivada de la mayor interferencia de la dinámica del vehículo sobre la aceleración del eje en movimiento, esto a través del sistema de suspensión. De tal forma, se indica en la guía elaborada que una velocidad de circulación inferior a 25 km/h puede generar resultados de regularidad significativamente alejados de los valores reportados dentro del rango de medición recomendado. Con base en lo anterior, se atribuye la diferencia obtenida entre ambos equipos en las secciones 3+415 – 3+515 y 3+515 – 3+615 a la afectación del grado de precisión del Roughometer III dada la baja velocidad de circulación en ambas secciones, la cual minimiza el efecto que tiene sobre la regularidad de la vía la existencia de dos reductores de velocidad.

Excluyendo los tramos discutidos, la diferencia máxima reportada entre las lecturas de ambos equipos corresponde apenas 1,01 m/km, seguido de valores cercanos a la mitad de este, como 0,87 m/km, 0,67 m/km y 0,60 m/km, como se observa en la Figura 8. La diferencia en el IRI global reportado por ambos equipos para la sección comprendida entre las estaciones 2+615 – 4+875 es de apenas 0,07 m/km, lo que para un análisis superficial que sirve como primera referencia se considera altamente satisfactorio.

Aunado a la valoración comparativa entre las mediciones registradas con el Roughometer III y cerca de dos meses antes con un perfilómetro inercial, es posible realizar una evaluación de la precisión y repetibilidad del equipo de la marca ARRB al analizar entre sí la tendencia de los resultados reportados para las diez repeticiones ejecutadas sobre la RN 205. En este sentido, es posible observar en la Tabla 2 la desviación estándar asociada a los valores de IRI promedio parciales reportados a cada 100 m para la sección sujeta a análisis, los cuales se pueden visualizar también en la Figura 8 mediante las barras de error sobre el gráfico del IRI reportado por el Roughometer III. Las máximas desviaciones reportadas corresponden a 0,835 y 0,690, localizadas sobre los segmentos 3+515 – 3+615 y 3+415 – 3+515 respectivamente, donde se ubican los reductores de velocidad. De tal manera, la mayor dispersión de datos en estos dos tramos puede asociarse

también a la alteración del grado de precisión del instrumento derivada de la baja velocidad de circulación del vehículo en dichas secciones. La desviación estándar promedio reportada corresponde a 0,360 y la mediana de los datos a 0,333, valores que de forma preliminar se valoran positivamente.

Concluida la fase verificación funcional y operativa del equipo, se procedió a la etapa de desarrollo de insumos instructivos que faciliten el uso del Roughometer III por parte del MOPT una vez concluido este proyecto. El principal producto de esta etapa de desarrollo del objetivo corresponde a la guía de uso e instalación del equipo ARRB Roughometer III para la evaluación de IRI, adjunta en el Apéndice 1. La guía recopila los principales contenidos del manual de usuario de ARRB Group (2016), criterios teóricos y prácticos establecidos en estándares de referencia internacionales como ASTM (2022) E950 y ASTM (2021) E1926, además de los conocimientos adquiridos producto de la experiencia obtenida a través de las evaluaciones realizadas con el equipo en las etapas de prueba, validación de resultados y, finalmente, en el monitoreo periódico del deterioro de vías no pavimentadas implementado el IRI como indicador de condición.

Los contenidos de la guía elaborada abarcan desde aspectos relativos al Roughometer III propiamente, como instalación del equipo bajo diferentes configuraciones función de las características de distintos vehículos, la calibración interna del sistema a través de la calibración individual de los sensores que aportan la entrada de señales a partir de las cuales se calculan los parámetros de regularidad y la resolución de problemas y errores comunes, hasta aspectos ligados a su implementación para la evaluación de regularidad superficial como la descripción de consideraciones al realizar levantamientos de datos, la estructuración general de una metodología de evaluación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el procesamiento de los datos recolectados para el cálculo y reporte del IRI.

Adicionalmente, se desarrolló como parte de la guía un formato de informe bajo el cual presentar los resultados obtenidos en las evaluaciones de regularidad desempeñadas con el equipo Roughometer III, el cual se adoptó para los reportes de resultados de las evaluaciones periódicas desarrolladas sobre rutas no pavimentadas para el registro de su tendencia de detrimento. En relación con lo anterior, resulta importante destacar que a lo largo del desarrollo del proyecto y especialmente durante las evaluaciones que responden al tercer objetivo del proyecto, se mantuvo un proceso constante de capacitación de funcionarios de la Subdirección de Geotecnia y Materiales en la instalación y uso del equipo, además del procesamiento de datos e interpretación de resultados de IRI. Lo anterior se suma entonces al recurso instructivo brindado al MOPT a través de la guía elaborada, como un esfuerzo para la capacitación del personal de la organización en la evaluación de IRI con el Roughometer III para la continuación de este proyecto u otros a futuro. Los funcionarios de la Subdirección de Geotecnia y Materiales del MOPT capacitados a lo largo del proyecto fueron Fabio Badilla López, del Departamento de Geología, y María Quesada Madrigal, del Departamento de Pavimentos.

Como conclusión de las actividades pertinentes para el desarrollo del objetivo planteado, se procedió con el estudio dedicado de la presión y el sesgo de los resultados brindados por el ARRB Roughometer III. Con tal fin, se recurrió a la metodología estandarizada para la validación de la precisión y exactitud de equipos

establecida por ASTM (2022) en el estándar E950. Bajo dicha metodología, se evalúa un conjunto de repeticiones realizadas bajo parámetros establecidos por la norma con el instrumento sujeto a validación, esto respecto a sí mismas y a los resultados de un instrumento de referencia, con la finalidad de verificar la aceptación de la repetibilidad y el sesgo reportados por el instrumento candidato a la validación con referencia a los valores teóricos establecidos.

Cabe destacar que la disposición de un equipo calibrado y de mayor grado de precisión para la valoración de la exactitud de los resultados del Roughometer III, fue la primera complicación que se presentó en el esfuerzo de validar los resultados de este equipo. La no disponibilidad dentro de la Subdirección de Geotecnia y Materiales u otras dependencias del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de equipos o de los recursos necesarios para llevar a cabo evaluaciones bajo las metodologías categorizadas como Clase I y Clase II, atentó en primera instancia contra la verificación del sesgo del Roughometer III, al no contar con un equipo que permitiese establecer una medición “patrón” para corroborar la exactitud del equipo. Ante dicha limitación, se evaluaron y gestionaron diferentes alternativas a través de las cuales se pudiese acceder a equipos de Clase I o II para la ejecución de al menos tres evaluaciones consecutivas que facultaran validar el sesgo según lo descrito por ASTM (2022).

Los procesos de gestión supusieron un retraso considerable en las labores de validación de los resultados del Roughometer III, a tal punto que las evaluaciones cuyos resultados se presentan en la Tabla 3 como parte del esfuerzo para cuantificar la precisión y exactitud característica del equipo, se realizaron posterior al inicio del monitoreo del deterioro de las rutas no pavimentadas seleccionadas para el desarrollo del tercer objetivo específico del proyecto. Con referencia a lo anterior, lo ideal habría sido caracterizar la precisión y el sesgo del instrumento previo al comienzo de los levantamientos periódicos en sitio, para tomar las medidas pertinentes en función de las conclusiones arrojadas del proceso de validación del instrumento, en caso de ser necesario.

Ya que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes no cuenta con equipos de esta clase, se recurrió en primera instancia al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) para coordinar la validación del ARRB Roughometer III mediante mediciones paralelas con el equipo de Clase III y un equipo perfilométrico inercial, categorizado como Clase II y contratado para los procesos de aceptación de sus proyectos de recarpeteo vial. Pese al contacto establecido a través del ingeniero consultor del PRVC II, Juan Carlos Barrantes Alpízar, con la dirección regional de la Región Central del CONAVI y del avance en la coordinación de las mediciones para la validación del instrumento en algún proyecto desarrollado por la institución dentro del GAM, se informó meses después de haber realizado la solicitud que, por motivos presupuestarios, no iba a ser posible avanzar durante los restantes meses del 2023 en los proyectos evaluados como alternativas para la validación, por lo que se descartó la colaboración con dicha institución para efectos de la validación de resultados del presente proyecto académico, contemplando la limitación que suponía el tiempo disponible para su ejecución.

Después de evaluar diferentes alternativas, se obtuvo el apoyo para el proceso de validación por parte del laboratorio Gestión en Infraestructura Vial S.A., el cual puso a disposición un perfilómetro láser inercial para la ejecución de las evaluaciones a implementar como referencia, en concordancia con la metodología expuesta en el estándar E950. Como se detalla en la sección 3.2.3, se seleccionó para la validación un tramo de prueba ubicado en la Ruta Nacional 175, en las cercanías de la Rotonda de la Paz, como se observa en la Figura 13. El tramo de 320 m delimitado sirvió para realizar 10 corridas consecutivas y de forma paralela con el equipo tipo respuesta propiedad del MOPT y el perfilómetro modelo 8500 de la marca SSI Smoothroad, provisto por Gestión en Infraestructura Vial S.A. como instrumento de referencia.

Primeramente, siguiendo lo establecido por ASTM (2022), se procedió a comparar la repetibilidad obtenida en los resultados del perfilómetro inercial para validar su uso como instrumento de referencia, esto a través de correlación cruzada en la banda de onda IRI en el software ProVAL (Profile Viewing and Analysis). ASTM (2022) establece realizar la verificación para una repetibilidad mínima del instrumento de referencia de 0,98, es decir, que en al menos un 95% del tiempo, la concordancia IRI está dentro del 2%. La verificación de la repetibilidad del instrumento fue realizada por Gestión en Infraestructura Vial S.A. y los resultados fueron suministrados en conjunto con la totalidad de los datos obtenidos en las evaluaciones realizadas en sitio, esto bajo un intervalo de procesamiento de los resultados de 10 m en concordancia con el menor intervalo de procesamiento disponible para los resultados del Roughometer III. Como es posible observar en la Figura 14, que corresponde a capturas de pantalla de la aplicación IRI en el software ProVAL, los resultados obtenidos con el SSI Smoothroad 8500 cumplen con el criterio de repetibilidad mínima establecido en el estándar E950.

Siguiendo la metodología dispuesta, se debería proceder con la verificación de la repetibilidad de las mediciones del Roughometer III y del sesgo que presentan frente a los resultados reportados en alguna de las corridas ejecutadas con el perfilómetro validado como instrumento de referencia, esto mediante correlación cruzada en la aplicación IRI. Sin embargo, desde la etapa de puesta en operación del equipo, se detectó que el ARRB Roughometer III no ofrece dentro sus formatos de salidas de resultados información referente a un perfil medido por el instrumento por superficie recorrida, sino que a través de las señales de aceleración del eje del vehículo y de distancia recorrida en la evaluación, realiza el cálculo del IRI sin general un perfil longitudinal de la superficie evaluada.

Lo anterior supuso obstáculo para la validación de resultados del instrumento bajo la metodología establecida por ASTM (2022) en el estándar E950, pues esta toma como base la relación que existe entre la precisión y exactitud de las mediciones de IRI por superficie recorrida, respecto a la repetibilidad y el sesgo del perfil longitudinal medido, en términos de correlación cruzada. Al no poder precisar información alguna del perfil longitudinal a partir de los levantamientos repetidos realizados con el Roughometer III, en este punto se descartó la validación de su grado de precisión y del sesgo de sus resultados conforme al estándar ASTM E950.

Alternativamente, se procedió a realizar un análisis similar al llevado a cabo para la información recolectada en la Ruta Nacional 205 como parte de las primeras pruebas del equipo Roughometer III, de forma

que se compararon directamente los valores de IRI reportados por el equipo de tipo respuesta y el perfilómetro SSI Smoothroad 8500 a partir de las evaluaciones realizadas el 26 de octubre en el tramo de prueba sobre la Ruta Nacional 175. La Tabla 3 presenta entonces los resultados de IRI promedio a cada 10 m obtenidos a partir de las diez corridas realizadas paralelamente con ambos equipos, así como la desviación estándar asociada a cada uno de estos datos.

En primera instancia, en relación con la precisión mostrada en los resultados recabados con el ARRB Roughometer III, es posible observar en la Tabla 3 que la máxima desviación estándar se presenta en el tramo comprendido entre las estaciones 0+300 y 0+310, con una dispersión de los datos de 1,610. Esto puede evidenciarse a nivel gráfico en la Figura 16, donde se presentan los resultados obtenidos de IRI en función del estacionamiento para las 10 mediciones realizadas con el Roughometer III. En el gráfico se observa que en el estacionamiento 0+310, los puntos que representan los valores de IRI medidos de forma repetida presenta una amplia separación en referencia a los demás estacionamientos del gráfico, lo cual es especialmente notorio al contemplar el elevado valor del IRI en dicho estacionamiento para la Iteración 1. Al consultar los reportes de resultados del Apéndice 3, es posible observar que para la primera repetición con el equipo de tipo respuesta se obtuvo un IRI de 11,7 m/km en la estación 0+310, el cual diverge en gran medida de los valores reportados para las restantes repeticiones, que oscilan entre 5,7 m/km y 7,9 m/km, con una media de 7,01 m/km. De tal forma, se le atribuye el carácter de valor atípico al IRI reportado en la iteración 1 para el estacionamiento 0+310, contemplando la tendencia de los resultados de las restantes mediciones. Pese a no descartar esta medición para efectos del análisis de la precisión y el sesgo del Roughometer III, cabe resaltar que de no contemplarse el valor de 11,7 m/km, la desviación estándar asociada al IRI promedio en la estación 0+310 se reduciría a 0,664, lo que representa una reducción cercana al 58,75% en la dispersión reflejada a través de este indicador numérico.

En el estacionamiento 0+310 también se presenta la mayor diferencia entre los valores promedio de IRI reportados por ambos equipos, la cual corresponde a 2,65 m/km derivados del resultado de 4,83 m/km reportado para el perfilómetro inercial, respecto a los 7,48 m/km del Roughometer III. Al analizar los resultados del perfilómetro SSI Smoothroad se observa que la mayor dispersión de los datos respecto a la media se presenta entre los estacionamientos 0+290 y 0+310, con una desviación estándar asociada al valor de IRI reportado de 0,876 para los primeros 10 m del tramo y 0,618 entre las estaciones 0+300 y 0+310. Lo anterior puede visualizarse con mayor facilidad en la Figura 15 de la sección 3.2.3, donde se puede apreciar una alta dispersión de los puntos que simbolizan el IRI obtenido en cada una de las 10 evaluaciones en los estacionamientos 0+300 y 0+310.

Pese a lo anterior, a diferencia de los resultados discutidos para el Roughometer III en el estacionamiento 0+310, los valores registrados por el perfilómetro SSI Smoothroad 8500 no exhiben la existencia de un valor atípico distanciado en gran medida de la medida de los datos, sino una distribución más equilibrada de los resultados. En este caso, la máxima desviación reportada corresponde prácticamente a la

mitad de la determinada para el ARRB Roughometer III, lo que permite confirmar que los datos de evaluaciones repetidas registrados con el perfilómetro inercial tienden a estar más cerca de la media, lo que indica un rendimiento más estable en las mediciones de este equipo y mayor consistencia en sus resultados, como se puede observar en la Figura 15 por medio de las barras de error que representan la desviación estándar asociada a cada resultado de IRI promedio graficado. El comportamiento anterior de los datos es, en general, el esperado, al ser el perfilómetro inercial un equipo de mayor grado de precisión que el Roughometer III, lo que coincide con su respectiva clasificación como instrumentos de Clase II y Clase III según lo expuesto por Sayers et al. (1986).

Ahora bien, al analizar la diferencia obtenida entre los resultados de IRI promedio del perfilómetro inercial y el equipo de tipo respuesta, es posible advertir que está oscila entre los 0,24 m/km y los 2,65 m/km antes mencionados, para los resultados provistos para una distancia de procesamiento de los datos de 10 m. En promedio, la diferencia entre los resultados reportados por ambos equipos en la Tabla 3 corresponde a 1,25 m/km, es decir, la diferencia evidenciada entre los valores de IRI promedio globales para el tramo de medición, que corresponden a 2,69 m/km en el caso del perfilómetro inercial y 3,94 m/km para el Roughometer III. En general, los resultados reportados por el Roughometer III tienden a ser ligeramente más elevados que el IRI registrado por medio del perfilómetro inercial, a excepción de algunos estacionamientos como el 0+050, 0+200 y el 0+280, para los cuales se presentan valores más cercanos entre sí. Sin embargo y como se muestra en la Figura 17, el comportamiento de la regularidad registrada es bastante similar entre ambos instrumentos, de forma que al visualizar la tendencia del IRI en función del estacionamiento graficado para los resultados de los dos equipos, se asemeja a una misma curva desplazada hacia arriba en el caso del Roughometer III (línea naranja), producto de su tendencia a registrar valores de IRI más elevados que el perfilómetro.

Cabe resaltar que en los estacionamientos que presentan una menor diferencia entre los resultados de ambos equipos, coinciden en ser algunos de los que presentan menores valores promedio de IRI, es decir, segmentos más regulares. Por su parte, estacionamientos en los que se presentan los valores más elevados de IRI, como el 0+090, 0+110, 0+180, 0+290, 0+310 y 0+320, presentan a su vez las mayores diferencias entre los resultados de ambos equipos, como se puede corroborar en la Tabla 3 y evidenciar a nivel gráfico en la separación entre los puntos azules y naranjas en estos estacionamientos en la Figura 17. De tal manera, a partir de los resultados, es posible concluir a nivel experimental y dentro del rango de condiciones estudiadas (velocidad de medición, rango de valores IRI y equipos implementados) que la tendencia exhibida por los datos indica que la exactitud del Roughometer III es más alta en rangos de IRI poco elevados, generalmente menores a 2 m/km, tomando como referencia los resultados reportados por el perfilómetro inercial SSI Smoothroad 8500. Conforme aumenta la irregularidad de la vía, los resultados implementados para el análisis comparativo entre equipos tienden a aumentar su diferencia, reflejando una menor exactitud en los resultados para rangos de IRI mayores.

Cabe resaltar que no existe a nivel teórico, al menos al alcance de esta investigación académica, alguna referencia que permita establecer una diferencia máxima admisible entre los resultados de IRI reportados por diferentes clases de equipos o alguna otra relación a partir de la cual se pueda validar la exactitud del Roughometer III para su aceptación conforme a alguna especificación. A partir de lo anterior, se consultó con los ingenieros de la Unidad de Gestión Vial PITRA-Lanamme Ana Catalina Vargas y Alonso Ulate, autores del boletín técnico “Evaluación de caminos no pavimentados por medio del Rugosímetro III” referenciado en este proyecto académico, sobre el desarrollo o la existencia dentro de la organización de valores de referencia para la validación de la exactitud del equipo.

A. C. Vargas (comunicación personal, 03 de noviembre del 2023) mencionó que los estudios que se han desarrollado con respecto a la validación de resultados se han concentrado en la evaluación de la precisión del equipo Roughometer III propiedad del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, resultando estos en valoraciones a nivel interno y no en referencias formales o publicadas respecto al tema. La Unidad de Gestión Vial PITRA-Lanamme no ha desarrollado estudios para cuantificar el sesgo en los resultados del equipo ARRB Roughometer III que utilizan para la evaluación de la Red Vial Cantonal, por lo cual no fue posible obtener tampoco valores de referencia experimentales a partir de los cuales poder desarrollar un ejercicio de comparación de las diferencias obtenida entre los resultados del Roughometer III y el perfilómetro inercial para las evaluaciones sobre la RN 175.

Finalmente, resulta importante resaltar que, aunque se hayan tomado en consideración medidas como la clara demarcación de los puntos de inicio y fin del tramo de prueba, además de la ejecución de las mediciones a aproximadamente la misma velocidad y siguiendo la misma huella de circulación, esto para minimizar la variabilidad por factores externos a las características de los equipos implementados y su desempeño, es posible que la precisión de los resultados y su exactitud respecto a los registro del perfilómetro inercial se vea afectada por variables como el tiempo de reacción del operador del Roughometer III al momento de establecer las referencias iniciales y finales en las evaluaciones. A diferencia del perfilómetro láser inercial, que fue configurado para iniciar la medición automáticamente en la marca que se observa en la Figura 72 del Apéndice 7, el operador del Roughometer III debe marcar el inicio y fin del levantamiento de forma manual, calculando el momento en el que el eje trasero del vehículo, donde están colocados los sensores de aceleración y distancia, cruce la marca trazada como referencia.

La poca visibilidad del operador para poder detectar el momento preciso en el que se cruza la referencia, sumado a su tiempo de respuesta y el tiempo de respuesta del equipo, podrían generar diferencias de hasta varios metros entre los puntos de referencia de ambas mediciones, lo cual se vería mayormente representando en intervalos de procesamiento de datos bajos, para los cuales el desplazamiento de los estacionamientos de referencia tendría un mayor impacto al realizar una evaluación comparativa. El efecto de este tipo de imprecisiones se suaviza conforme aumenta el intervalo de procesamiento respecto a la distancia desplazada entre ambas referencias. Ahora, si bien es cierto la influencia de este tipo de variables sobre los resultados

obtenidos no se puede cuantificar, tampoco se puede descartar y resulta pertinente mencionar la injerencia que pueden tener estas variables sobre los resultados obtenidos y las conclusiones que se desprendan de su análisis.

4.3. Objetivo específico 3 (OE3)

El inicio del desarrollo del tercer objetivo específico del proyecto establece un cambio marcado en la naturaleza de las actividades ejecutadas a partir de ese punto, debido a que en adelante se orienta el proceso de investigación a la recolección de información cuantitativa de forma experimental. El propósito fundamental del tercer objetivo del proyecto consiste en el registro de la tendencia de deterioro de dos vías no pavimentadas bajo diferentes regímenes de mantenimiento, esto principalmente a través de la evaluación periódica del IRI como indicador de deterioro superficial de ambos caminos. Para tal fin, se seleccionaron las rutas presentadas en el Cuadro 3, tal y como se detalla en la sección 2.3 del Marco metodológico del proyecto.

Siguiendo lo establecido en el Marco metodológico del proyecto y en concordancia con las actividades y productos definidos a partir del planteamiento del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un monitoreo periódico del deterioro de la condición superficial exhibido por Calle El Cerro y Calle Jaules a partir del IRI como indicador de condición principal y el URCI como metodología complementaria para la evaluación del detrimento de las condiciones en las vías, esto para un periodo de valoración de aproximadamente dos meses. Cabe destacar que, si bien se tenía como caso idóneo la selección de dos rutas recién intervenidas, esto para garantizar una condición óptima a nivel superficial como punto de partida para las evaluaciones, no existía durante la etapa de selección de caminos ni al momento de comenzar con las mediciones, una ruta dentro del inventario de la Municipalidad de Oreamuno que cumpliera con esta condición. De tal forma, la selección de Calle Jaules como la ruta excluida de programas de conservación se realizó con base en la evaluación a través de visitas a diversas rutas con varios meses de haber sido intervenidas, partiendo como criterio de selección en la existencia de tramos comparables dentro de estas rutas tanto en condición como en nivel de pendiente con Calle El Cerro, ruta intervenida por el PRVC II a través de la Microempresa de Mantenimiento Vial por Estándares Comunitarias (MMEC) Mapache. El partir de rutas con distintas condiciones iniciales para el desarrollo de las evaluaciones supuso una complicación para comparar el detrimento de ambas vías durante el periodo de estudio, pues ambas se encuentran en diferentes puntos de su ciclo de vida.

Adicionalmente, resulta pertinente mencionar que la limitación de tiempo disponible para el desarrollo de este proyecto académico, sumada a los retrasos en el inicio de los monitoreos de deterioro, no permitió realizar las evaluaciones durante un periodo de extensión considerable con respecto al ciclo de vida de este tipo de vías, el cual para efectos de la generación de modelos de predicción de condición se considera como un espacio temporal de un año, en el cual se experimenta la influencia de todo un ciclo climático. Lo anterior podía haber condicionado en gran medida la cantidad de información disponible para la construcción de la

primera aproximación de curvas de deterioro en el cuarto objetivo específico, por lo cual se acortó la periodicidad entre mediciones para mitigar el impacto del escaso espacio de evaluación, esto reduciendo la separación entre evaluaciones consecutivas de la mínima de un mes sugerida por Barrantes (2020), al monitoreo como mínimo cada quince días de la condición de la superficie de las vías, esto con la finalidad de aumentar el número de puntos que disponibles para la generación de las curvas.

El retraso inicial en las evaluaciones derivó principalmente de las demoras en las labores de intervención sobre la ruta elegida dentro del programa MMEC por parte del PRVC II, además del aplazamiento de las mediciones por parte del Laboratorio de Materiales del MOPT, principalmente debido a la no disponibilidad de los funcionarios y el vehículo designado para las evaluaciones, dada la realización de giras a distintas regiones del país. Adicionalmente, la dificultad para encontrar dentro del inventario de la Municipalidad de Oreamuno una ruta con características similares a la brindada por el PRVC II, generó a su vez un retraso de una semana en el inicio de las evaluaciones en Calle Jaules.

La Tabla 13 de la sección 3.3.4 presenta un resumen de los resultados obtenidos durante las evaluaciones de la regularidad superficial de la sección de medición 1 definida en Calle El Cerro, esto para el periodo comprendido entre el 13 de setiembre y el 15 de noviembre. Para efectos del análisis de la tendencia de deterioro de las vías, se excluirán los resultados obtenidos en la última evaluación, el día 15 de noviembre. Lo anterior en consideración de la anomalía detectada en la instalación del acelerómetro lineal sobre el eje del vehículo al finalizar las evaluaciones correspondientes a dicha fecha, al haberse detectado que, al finalizar las evaluaciones, el acelerómetro presentaba una inclinación de aproximadamente -8° , que supera la máxima desviación permisible ($\pm 4^{\circ}$) respecto a su posición vertical. Adicionalmente, se comprobó que esta desviación se presentaba debido a un fallo del cierre del instrumento de sujeción del acelerómetro al eje del vehículo, el cual cedió probablemente producto de las fuertes vibraciones al circular las vías en condición de superficie expuesta, que podría haber ocasionado que el acelerómetro variase su grado de inclinación de forma constante durante las evaluaciones. Al analizar los resultados reportados en la Tabla 13, es posible observar como el IRI promedio de la sección 1 presenta un incremento abrupto de más de un 80% entre el valor reportado el 01 de noviembre y el resultado obtenido el día 15 del mismo mes, el cual no coincide con la tendencia de variación exhibida por el índice en las evaluaciones anteriores, la cual requirió de un periodo mayor a un mes para presentar la máxima variación respecto al valor promedio inicial, de apenas un 3,13% a la evaluación del 18 de octubre.

Con base en lo anterior, el incremento súbito del IRI promedio registrado el 15 de noviembre se atribuye a la inclinación variable que pudo experimentar el acelerómetro vertical durante las evaluaciones. Al superar la inclinación máxima permisible ($\pm 4^{\circ}$), el acelerómetro tiende a registrar componentes de la aceleración y desaceleración horizontal del vehículo producidas durante su traslación, de forma que reconoce incorrectamente estas señales como aceleración vertical del eje del vehículo y son interpretadas por la interfaz de datos como movimiento de la suspensión del vehículo, lo cual tiende a incrementar los resultados IRI. Este

El mismo crecimiento abrupto en los registros se evidencia en la Tabla 14 para Calle Jaules, donde el IRI promedio prácticamente se duplica para la sección 1, con un 99,56% de incremento en el resultado obtenido el 01 de noviembre, e incrementa en un 45,79% para la sección 3. Aunado al comportamiento atípico del IRI promedio registrado el 15 de noviembre para ambas rutas, estos valores poseen una desviación estándar considerablemente mayor a las evaluaciones anteriores. En el caso de Calle El Cerro, como puede observarse en la Tabla 13, la desviación máxima registrada al 01 de noviembre corresponde a 0,715, para un conjunto de resultados que no varía en un rango mayor a 1,93 m/km entre sí, lo cual ya podría considerarse elevado al compararse con el comportamiento de la relación entre mediciones para otras fechas de evaluación. Sin embargo, los resultados del 15 de noviembre muestran una desviación estándar de 3,01, que representa una dispersión bastante considerable de las repeticiones respecto a la media de 17,93 m/km reportado, lo que se refleja también en un rango de valores con diferencia entre sí de hasta 9,40 m/km. Lo anterior es un indicador de la baja repetibilidad demostrada por las mediciones del 15 de noviembre, lo que probablemente se pueda atribuir a la rotación constante del acelerómetro sobre el eje del vehículo durante los levantamientos, que minimiza la precisión del equipo.

Habiendo descartado los resultados del 15 de noviembre, resulta evidente primera vista de la Tabla 13 que, entre el 13 de setiembre y el 01 de noviembre, la sección evaluada en Calle El Cerro presentó un leve mejoramiento de la condición de regularidad superficial, el cual se vio reflejado en un decremento del valor promedio del IRI para la sección. Inicialmente, se partió en el comienzo de las evaluaciones con un valor de IRI promedio para la sección 1 de Calle el Cerro de 11,97 m/km, el cual en las dos evaluaciones subsecuentes experimentó una muy leve disminución y, para el levantamiento del 18 de octubre, alcanzó su valor mínimo dentro del periodo de estudio, 9,65 m/km. La disminución del valor promedio del IRI obtenido para la sección 1 de Calle El Cerro se atribuye principalmente a la compactación del material granular de préstamo colocado sobre la subrasante del camino a través de las labores de intervención de la MMEC Mapache. Para las evaluaciones del 13 de setiembre, la sección se encontraba recién conformada y aun se evidenciaban partículas gruesas sueltas sobre la superficie. Con el transcurso de las semanas, el tránsito de los vehículos, caracterizado con un TPD de 267 vehículos por día, generó una mayor compactación del material y desplazó las partículas de mayor tamaño en la superficie de rodamiento a los extremos de la vía, como se evidencia en las fotografías adjuntas bajo el Apéndice 7, dispuestas de acuerdo con orden cronológico de las evaluaciones.

El mejoramiento más evidente de la regularidad superficial se presentó entre los estacionamientos 0+650 y 0+750, como se puede observar en la Figura 28. En este segmento de la sección 1, los valores de IRI más elevados se presentaron para la evaluación del 20 de setiembre, representada con la línea de color celeste en la Figura 28, con valores de IRI promedio que oscilan entre los 14,31 m/km y los 25,97 m/km. Mientras que los valores más bajos de IRI se exhiben en la línea de tendencia color amarillo, correspondiente a las evaluaciones del 01 de noviembre. Para la fecha de evaluación anterior, el rango de valores de IRI se encuentra entre 9,99 m/km y 15,89 m/km. Al comparar la disminución del IRI promedio entre los estacionamientos 0+650

y 0+750, se obtiene un porcentaje de disminución promedio de los valores de 38,49% entre el 20 de setiembre y el 01 de noviembre, siendo la estación 0+700 la que presenta una mayor disminución, como se observa en la Figura 23. La diferencia entre los valores de IRI promedio registrados el 20 de setiembre y el 01 de noviembre corresponde a 12,51 m/km, equivalente a un mejoramiento del 52,00% relativo a la disminución del IRI.

En general, la tendencia exhibida por los datos en el segmento comprendido entre 0+650 y 0+750, es muy similar para las mediciones abarcadas en el periodo entre el 13 de setiembre y el 04 de octubre, así como para el resto de la sección 1 de Calle El Cerro en el mismo intervalo de tiempo. Lo anterior sugiere que, en un periodo inicial de aproximadamente 19 días, no se presentaron cambios considerables en el comportamiento del índice de regularidad IRI. De forma análoga, los resultados promedio obtenidos para las evaluaciones del 18 octubre y el 01 de noviembre presentan un comportamiento similar entre sí, que se refleja en la baja diferencia entre los valores globales del IRI promedio reportados entre ambas fechas para la sección 1, la cual es de apenas 0,16 m/km.

Al evaluar los valores de IRI promedio como indicadores de la condición superficial de la vía, esto a través de la clasificación de los resultados expuestos en la Tabla 13 para la sección 1 con respecto a la escala teórica de condición en función del IRI establecida por ASTM (2021) en el estándar E1926 (consultar Anexo 6), es posible comprobar que los resultados recabados en Calle El Cerro se pueden clasificar genéricamente como regulares, al estar prácticamente en el medio del rango de valores cubierto por esta referencia teórica. Contemplando que entre el 13 de setiembre y el 01 de noviembre se presenta un IRI mínimo global de 9,65 m/km y un IRI máximo de 11,96 m/km, se caracteriza la condición de esta ruta en el periodo de análisis bajo la categoría de valores entre 10 m/km y 14 m/km, para la cual ASTM (2021) establece que se tiene una carretera en la que se puede conducir cómodamente a 50 km/h, o bien, entre 40 km/h y 70 km/h en ciertas secciones de acuerdo con las características geométricas y la variación de la regularidad.

De acuerdo con el estándar, los caminos no pavimentados dentro de este rango de IRI presentan con frecuencia depresiones transversales moderadas (20-40 mm de profundidad y 3-5 m de extensión) y, ocasionalmente, depresiones o baches profundos (40-80 mm de profundidad, extensiones de hasta 3 m y frecuencias menores a 5 depresiones o baches por cada 50 m de longitud de la vía). También pueden presentarse corrugaciones fuertes en la superficie, de hasta 20 mm de profundidad, con una distancia entre crestas de entre 0,7-1,5 m. De tal manera es posible verificar que la variación evidenciada en el IRI promedio de la sección 1 durante el periodo de cerca de mes y medio comprendido desde la primera evaluación hasta el miércoles 01 de noviembre, es básicamente irrelevante para efectos de la implementación del IRI como indicador de condición. Lo anterior, pues, sin importar el mejoramiento de hasta 2,31 m/km en el valor promedio del IRI al 18 de octubre, este indicador se mantuvo prácticamente siempre dentro del rango de 10 m/km a 14 m/km. Cabe resaltar que, para efectos prácticos, se considera que los valores de 9,65 m/km y 9,81 m/km se encuentran dentro del rango antes descrito, pues estos son muy estrechos al límite inferior del grupo definido en la escala teórica.

La premisa anterior resulta también válida al evaluar la condición de las dos secciones de medición propuestas para la evaluación del deterioro en Calle Jaules. En la Tabla 14 es posible observar que el tramo de medición 1 arranca el 20 de setiembre con un valor de IRI promedio para la sección de 23,24 m/km y, tomando este valor como referencia, muestra decremento hacia el 01 de noviembre del 2023, donde alcanza un IRI promedio de 21,18 m/km. Como se observa en la Tabla 14, en todo momento los registros de la sección 1 de Calle Jaules se mantienen dentro del rango de 18 m/km a 24 m/km, por lo que pueden clasificarse genéricamente como en una muy mala condición de acuerdo con la escala del estándar E1926. ASTM (2021) establece que, para caminos dentro de este rango de valores IRI, las velocidades de circulación que ofrecen mayor comodidad se encuentran entre los 20 km/h y los 30 km/h, pues velocidades superiores serían en extremo incómodas para los ocupantes del vehículo y posiblemente podrían dañarlo. Este tipo de vías presentan con frecuencia depresiones y baches profundos, entre los 40-80 mm de profundidad, abarcando una distancia de entre 1-5 m, con frecuencias entre 10-15 por cada 50 m de longitud y, ocasionalmente, pueden presentar depresiones bastante profundas (mayores a 80 mm) en extensiones entre los 0,6-2 m.

Por su parte, el IRI promedio registrado para la sección 3 parte de un valor inicial de 18,60 m/km y, al 01 de noviembre, este alcanza un valor de 22,06 m/km, evidenciando un incremento de 3,46 m/km entre ambas mediciones. Como se evidencia en la Figura 29, los valores de IRI promedio registrados entre los estacionamientos 0+293 y 0+468 son considerablemente mayores en las evaluaciones del 18 de octubre (línea verde punteada) y el 01 de noviembre (línea amarilla punteada), que en la evaluación inicial del 20 de setiembre (línea azul punteada), lo que respalda la tendencia de incremento del IRI al comparar en el tiempo los valores promedio de las evaluaciones de los extremos del periodo en análisis. Sin embargo, también resulta fácil apreciar en la Figura 29 que los resultados obtenidos para la evaluación del 04 de octubre (línea rosa punteada) son en su mayoría menores a los exhibidos para la primera evaluación. Al revisar los registros reportados entre estas dos evaluaciones en la Tabla 14, es posible observar que la sección 3 presenta inicialmente un decremento del IRI promedio de 1,35 m/km al 04 de octubre, fecha para la cual se exhibe un índice de 17,25 m/km. Cabe resaltar que esta misma tendencia de disminución del IRI promedio en la segunda evaluación se presenta para la sección 1 de Calle Jaules, para la cual se tiene un IRI inicial de 23,24 m/km y al 04 de octubre este valor disminuyó a 20,90 m/km. En ambos casos, las evaluaciones subsecuentes del 18 de octubre presentan un incremento del IRI promedio, para que luego este valor vuelva a disminuir el 01 de noviembre.

Al analizar el IRI registrado en la sección 3 como indicador de condición, es posible observar que, independientemente de la tendencia de crecimiento o decrecimiento entre las evaluaciones, la mayor parte de los registros de IRI promedio se encuentran dentro del rango entre 18 m/km y 24 m/km, catalogado genéricamente como una condición muy mala. Para efectos prácticos, se considera que durante el periodo de evaluación comprendido entre el 20 de setiembre y el 01 de noviembre, la sección 3 de Calle Jaules mantiene al igual que la sección 1 la condición descrita como “muy mala”, contemplando que la observación de 17,25 m/km se encuentran relativamente cerca del rango descrito entre 10 m/km y 24 m/km y tiene tan solo 15 días

de separación con valores IRI promedio dentro de este, lo que en la escala temporal para el estudio de la tendencia de deterioro es poco representativo como para asumir un cambio en la condición superficial de la vía.

Por otro lado, se puede analizar el comportamiento del URCI como indicador de deterioro complementario al IRI, para así contrastar la clasificación de la condición superficial de las vías por ambos métodos, a lo largo del periodo de estudio. Primeramente, se tiene de las Tablas 16 y 17 que el URCI promedio de la sección 1 de Calle El Cerro muestra un comportamiento decreciente entre las evaluaciones del 13 de setiembre al 04 de octubre, para luego exhibir un mejoramiento hasta el primero de noviembre, como se observa en el gráfico de la Figura 31 para la línea gris oscuro. En esta sección, la variación de la tendencia del URCI promedio se ve definida por las variaciones individuales de la segunda y tercera unidad muestral establecidas para la evaluación de este índice, pues como se observa en la Figura 32, la unidad muestral 1 mantuvo constante su indicador de condición a lo largo del periodo de evaluación, presentando únicamente el fenómeno de polvo en el aire ante la circulación de vehículos y un leve crecimiento de maleza en la totalidad de la longitud de los drenajes de la sección, siendo estos los únicos dos deterioros evidenciados en el transcurso de dos meses de valoraciones, como se puede corroborar en los formularios de evaluación del Apéndice 6. Independientemente de la tendencia de los valores, el URCI promedio de la sección 1 de Calle El Cerro se mantuvo en la totalidad del periodo comprendido desde la primera evaluación al 01 de noviembre dentro de la clasificación de condición definida como “Muy buena”, establecida de acuerdo con la escala de URCI para la valoración de la condición que se muestra en el Anexo 5, la cual encierra dentro de esta categoría el rango de valores entre 70 y 85.

Esta clasificación de Calle El Cerro mejora al hacer el ejercicio de excluir los deterioros cuantificados bajo el defecto “drenaje lateral inadecuado” del cálculo del URCI, pues si bien este indicador resulta de una metodología que evalúa de forma integral los diferentes deterioros que definen la condición de calidad de una vía no pavimentada, algunos de estos deterioros no se evidencian directamente en la condición apreciable de la superficie de rodamiento del camino. Al comparar la clasificación obtenida a través del IRI como indicador de condición y del URCI, se está contrastando el estado de la vía definido a partir de la regularidad superficial de las huellas de circulación de los vehículos, con respecto a una metodología que evalúa aspectos que no se ven representados sobre estas últimas, como el caso de la condición de los drenajes. Otros deterioros contemplados dentro de la metodología URCI, tales como corrugaciones, baches, roderas, agregado suelto y sección transversal inadecuada (depresiones), se pueden ver mejor representados en el contexto de la evaluación de regularidad superficial.

Al evaluar la clasificación por condición de la sección 1 de Calle El Cerro a través del valor de URCI determinado al excluir la condición de los drenajes del cálculo, se determina que está presenta una condición catalogada como “Excelente” (valores entre 85 y 100) para la totalidad del periodo de evaluación, teniendo como valor máximo promedio de URCI el día 13 de setiembre, el cual pasó de una valoración de 84,42 en principio, a 91,73 al excluir el deterioro de los drenajes. Por otro lado, la valoración mínima bajo este criterio de

evaluación se presentó en la evaluación del 04 de octubre, con un URCI promedio de 86,68, antes 79,62. Como se puede observar en las Figuras 32 y 33, relativas al comportamiento de las unidades muestrales individuales y al comportamiento del URCI promedio respectivamente, en la mayor parte de los casos la exclusión de la condición de los drenajes de la vía no afecta drásticamente el comportamiento a través del tiempo de los valores, únicamente desplaza las curvas que describen la tendencia de deterioro hacia arriba, al aumentar el valor de URCI obtenido. Este es el caso de todos los puntos del gráfico, a excepción de algunos casos notorios como el de la unidad muestral 3, como se observa en la Figura 32.

Para los días 35 y 63, correspondientes a las evaluaciones del 18 de octubre y el 15 de noviembre, el valor de URCI obtenido en la unidad muestral 3 es menor al excluir del cálculo el deterioro de los drenajes laterales que al contemplarlo, de forma que, aunque no se contabilice la condición inadecuada de estas estructuras, se obtiene un resultado que refleja una peor condición. Los casos anteriores se pueden explicar al analizar el proceso de cálculo del índice de condición de superficies no pavimentadas, para lo que se tomará como ejemplo la evaluación de la UM-03 del miércoles 18 de octubre, cuyo reporte de datos puede consultarse en el Apéndice 6.

A grandes rasgos, el proceso de cálculo del URCI, una vez cuantificados los deterioros en campo, se basa en la determinación de valores de deducción en función de la densidad de cada tipo de deterioro identificado y su nivel de severidad, esto a través de las curvas de deducción que se muestran en el Anexo 4. Una vez definido un valor de deducción total (TDV) a partir de la suma de todos los valores individuales determinados, se procede a establecer el URCI de la unidad muestral, para lo cual se toma en consideración tanto el valor de deducción total como el número de valores de deducción individuales mayores a 5,0 (q) y mediante la curva de la Figura C-8 del Anexo 4, se obtiene el valor del URCI. En el caso concreto del resultado de la UM-03 el 18 de octubre, al determinar el URCI contemplando todos los deterioros definidos en la metodología, se obtiene un valor de deducción total de 45,15, para un valor " q " igual a 3. Al dirigirse a Figura C-8 del Anexo 4, se ubica el valor del TDV en el eje de las abscisas y se proyecta verticalmente hasta la curva trazada el valor " q " determinado, en este caso 3. De esta manera, se establece un URCI de 71,90 para dicha evaluación. Ahora bien, al no contabilizar la condición inadecuada de los drenajes, que en este caso se presenta en niveles de severidad leve y grave, el TDV se reduce apenas a 36,00, mientras que el valor " q " pasa a ser igual a 2. Entre mayor sea el " q ", más se suaviza el impacto sobre el valor de URCI obtenido a partir del TDV calculado y en el caso de la evaluación sujeta a análisis, la reducción del TDV al no contemplar el deterioro de los drenajes no compensa la disminución del número de valores individuales mayores a 5,0, de forma que URCI calculado en este último caso es mayor.

Por su parte, al analizar entonces el valor obtenido al calcular el URCI sin contemplar la condición de los drenajes para unidades muestrales delimitadas en Calle Jaules, es posible señalar que ambas muestran la misma tendencia de variación al día 28 del periodo de evaluación, que en este caso corresponde al 18 de octubre. Como se puede observar en la Figura 34, al día 14 del periodo de evaluación ambas unidades

muestrales muestran una devaluación prácticamente equivalente de su condición respecto al día 0 y posteriormente experimentan un crecimiento al día 28, el cual es más marcado para la unidad muestral 1. A partir de este punto, la tendencia de deterioro registrada para las unidades muestrales diverge. Por un lado, la unidad muestral 1 presenta al día 42 un crecimiento similar al observado al día 28, que corresponde al 01 de noviembre, mientras que la unidad muestral 3 exhibe un deterioro de la condición de la superficie, caracterizado por la disminución de los valores de URCl registrados posterior al 18 de octubre.

Con base en estos resultados, es posible señalar, como se muestra en las Tablas 22 y 23, que la unidad muestral 1, representativa de la sección 1 de medición de IRI, presenta valores de URCl dentro del rango de 70 y 85, por lo que se puede clasificar su condición a lo largo de la totalidad del periodo de evaluación como “Muy buena”. En caso de contemplarse la cuantificación del deterioro de los drenajes laterales de la vía en el cálculo del URCl, la condición de la unidad muestral 1 pasaría a clasificarse como “Buena” en todo el periodo de evaluación, categoría definida en la escala del Anexo 5 para valores entre 55 y 70.

Por su parte, la unidad muestral 2, que corresponde al tramo de medición de URCl representativo de la sección 3 de medición de IRI, presenta también una condición catalogada como “Muy buena” desde el inicio de las evaluaciones hasta el URCl registrado el 18 de octubre, esto para el caso en donde no se contemplaron los drenajes longitudinales en la evaluación, cuyos resultados se presentan en las Tablas 22 y 23. A partir de esta fecha, el URCl presentó una tendencia decreciente, que conllevó a la clasificación de la condición de la unidad muestral 3 el resto del periodo de evaluación bajo la categoría “Buena”. De las Tablas 18 y 19 se puede señalar que, contemplando el deterioro de los drenajes en el cálculo del URCl, la unidad muestral 3 presenta una clasificación bajo la categoría de condición “Buena” hasta el 01 de noviembre, pues el resultado obtenido para la última evaluación, correspondiente al 15 de noviembre, indica una condición “Admisible”, que, de acuerdo con la escala del Anexo 5, se otorga a unidades con valores de URCl entre 40 y 55.

4.4. Objetivo específico 4 (OE4)

Con la finalidad de definir si existe alguna correlación entre los resultados registrados de Índice de Regularidad Internacional (IRI) e Índice de condición de caminos no pavimentados (URCl), se agruparon los resultados correspondientes entre sí de estos indicadores para cada evaluación realizada entre el 13 de setiembre y el 01 de noviembre en Calle El Cerro y Calle Jaules, como se muestra en la Tabla 24 de la sección 3.4.1. Cabe resaltar que se excluyeron de los datos contemplados para el análisis de la correlación, los resultados registrados el miércoles 15 de noviembre, esto con base en el comportamiento atípico de los datos de IRI en esta fecha, derivado de la imprecisión de las mediciones producto de la anomalía presentada en el posicionamiento del acelerómetro.

La Figura 35 muestra el resultado de graficar los registros de IRI contra los de URCl, esto tanto en los casos de que se contemple o no la condición de los drenajes para el cálculo de estos últimos. Al analizar la

dispersión de los datos, resulta en primera instancia evidente que la distribución de los resultados de la serie IRI – URCI y la serie IRI – URCI sin 82, es altamente similar. El comportamiento de los puntos en el gráfico que exhiben la dispersión del IRI con relación al URCI calculado sin contemplar el deterioro de los drenajes, identificados con el color naranja, es prácticamente idéntico al evidenciado por la serie IRI – URCI, difiriendo únicamente en el posicionamiento de la nube de puntos en el gráfico, el cual se muestra desplazado dada la tendencia al aumento del índice URCI al excluir la condición de los drenajes del cálculo.

Por otro lado, pese a que se tiene un número limitado de datos procedentes de las evaluaciones, derivado del escaso periodo disponible para realizar el monitoreo de la condición de las rutas, se vislumbra en el comportamiento de los resultados graficados lo que parece al menos una leve correlación negativa entre ambos indicadores, es decir, que las variables IRI y URCI presentan una distribución que describe en cierta medida un comportamiento inversamente proporcional entre sí. Para corroborar la deducción realizada partir de los indicios que brinda el gráfico de la Figura 35, se procedió a calcular el coeficiente de correlación lineal entre variables para los datos presentados en la Tabla 24, a partir de la herramienta de análisis datos provista en el programa Microsoft Excel para generar la matriz de correlación que se presenta en el Cuadro 20.

Tal y como menciona Dagnino (2014), el coeficiente de correlación es un valor numérico que puede ser negativo o positivo y va de 0 a -1 o de 0 a 1. “Cero indica ausencia de relación y mientras más cerca de 1, sin importar el signo, mayor es la fuerza de la asociación entre X e Y” (Dagnino, 2014, p.151). El signo del coeficiente describe la dirección de la relación entre los datos, de forma que un valor positivo establece una relación directa o proporcional, mientras que un valor negativo indica una indirecta o inversa. Con base en lo anterior, es posible señalar a partir del análisis del Cuadro 20 que los resultados de IRI y URCI registrados presentan efectivamente una relación de inversa proporcionalidad, que se refleja en el signo negativo del coeficiente de correlación del IRI con respecto al URCI y al URCI calculado sin contemplar la condición de los drenajes, que pude observarse en la primera columna de la matriz de correlación. En cuando a la magnitud de la correlación, es posible señalar de la Tabla 24 que la relación más fuerte entre las variables se presenta para la relación IRI – URCI, con un coeficiente de correlación de -0,91. Pese a esto, la correlación entre el IRI y el URCI calculado sin contemplar el deterioro de los drenajes es también alta, con un valor de -0,83.

Pese a los resultados aparentemente satisfactorios obtenidos para la correlación entre los indicadores IRI y URCI, cabe resaltar que estos no constituyen resultados concluyentes y presentan limitaciones asociadas a la escasa cantidad de datos disponible para el análisis, el rango limitado de IRI y URCI abarcado por los datos, además de la ausencia de información adicional que permita interpretar cuán importante es la magnitud de la correlación entre las variables. Tal y como menciona Dagnino (2014) “una correlación significativa jamás es prueba de causalidad”.

Finalmente, como culminación del monitoreo periódico del deterioro evidenciado sobre las vías Calle El Cerro y Calle Jaules durante aproximadamente dos meses de valoraciones y como consumación de la metodología de evaluación de IRI como indicador de condición superficial implementada a través de este

proyecto, se procedió a generar una primera aproximación de curvas de deterioro. Dichas curvas y los datos que las sustentan constituyen un insumo piloto para el desarrollo futuro de modelos de predicción de desempeño de estas y otras rutas no pavimentadas, que eventualmente puedan emplearse para la gestión del mantenimiento vial.

De tal manera, las curvas de deterioro que se presentan en las Figuras 36, 37 y 38 se orientan principalmente a validar la funcionalidad general del equipo RTRRMS implementando para el registro del deterioro de este tipo de vías, no como un recurso definitivo de referencia en el análisis del ciclo de vida de estas dos rutas de lastre. Limitantes como el corto periodo cubierto en las evaluaciones, el rango restringido de valores de IRI registrados, además de la baja representatividad de la cantidad de rutas evaluadas con relación a las múltiples variables que inciden en el deterioro de una vía con superficie expuesta, son algunas de los factores que restringen el alcance de aplicación de estas curvas.

Primeramente, se tiene graficada en la Figura 36 la conducta del Índice de Regularidad Internacional (IRI) promedio registrado en Calle El Cerro para un periodo total de 63 días, con una frecuencia típica entre mediciones de 15 días. Dicha gráfica describe la tendencia evidenciada en el comportamiento del IRI durante los primeros dos meses de servicio para una vía de lastre que recién inicia su ciclo de vida. Este comportamiento se puede relacionar con la tendencia de deterioro de la superficie del camino, a través de escalas de referencias teóricas como la propuesta por ASTM (2021) en el estándar E1926, al estar estrechamente relacionados el detrimento de las condiciones de calidad de la superficie de una vía no pavimentada con el aumento de su irregularidad. En este punto resulta pertinente recordar que la tendencia de deterioro reflejado en las rutas estudiadas se verá influenciada en gran medida por factores como el flujo de tránsito, las propiedades físico-mecánicas de los materiales que integran la estructura de la vía no pavimentada y el comportamiento de las condiciones climáticas durante el periodo de evaluación, especialmente de las precipitaciones. De manera que resulta de suma importancia incorporar al análisis del comportamiento de la condición de calidad superficial de los caminos este conjunto de variables, especialmente al estudiar periodos considerables del ciclo de vida de la estructura.

La curva de IRI en función del tiempo descrita en la Figura 36, evidencia una tendencia marcada de disminución de la irregularidad superficial en los primeros 35 días de servicio del camino, pues al 13 de setiembre del 2023, fecha de la primera evaluación y que se contempla como día cero en la escala temporal del gráfico, la sección de la vía en el tramo evaluado se encontraba recién conformada, producto de la colocación de material de préstamo como parte de las labores de mejoramiento de Calle El Cerro por parte del PRVC II. De acuerdo con la Tabla 4 de la sección 3.1.1, la estructura no pavimentada dispuesta en Calle El Cerro consiste en dos diferentes capas de materiales granulares; una con un espesor de 25 cm colocada directamente sobre la subrasante del terreno y una capa superficial de 15 cm que sirve como superficie de rodamiento. Adicionalmente, según se evidencia en la graduación de los materiales en las Tablas 6 y 7, la capa granular superficial se compone de partículas de mayor tamaño que la capa colocada sobre la subrasante.

La disminución registrada en el valor promedio de IRI durante la primera mitad del periodo evaluado, se puede atribuir entonces a la compactación de las capas granulares dispuestas sobre el terreno y al desplazamiento hacia las orillas de la vía de las partículas de mayor tamaño dispuesta en la superficie del camino, esto según se pudo apreciar a través de las visitas realizadas al sitio para llevar a cabo las evaluaciones y, especialmente, a partir de las auscultaciones visuales desempeñadas como parte del proceso de evaluación de la condición de la vía a través de la determinación del URCl, de las cuales se tiene respaldo en la evidencia fotográfica adjunta en el Apéndice 7. Los fenómenos anteriores se presentan a partir del flujo de vehículos acumulado en el camino, pues es a través del peso de los automotores que las capas granulares se terminan de consolidar, además que la circulación repetida de vehículos por la misma trayectoria genera el desplazamiento de las partículas más gruesas, regularizando la superficie de ruedo. En el caso de Calle El Cerro, se tiene de la Tabla 11 un valor de TPD de 267 vehículos por día, conformado en cerca de un tercio por vehículos de carga liviana que transitan altamente cargados, producto de las labores agrícolas en la zona.

En el primer punto de la curva, el IRI promedio del tramo de 895 m se registró como 11,97 m/km y experimentó tan solo leves variaciones durante los primeros 21 días, en los cuales reportó valores de IRI promedio de 11,83 m/km y 11,58 m/km, correspondientes a los días 7 y 21. Es a partir de este punto que en un lapso de 15 días se experimenta la disminución considerable de este indicador de regularidad superficial, de manera que al día 35 se reporta el valor mínimo alcanzado por IRI promedio, correspondiente a 9,65 m/km. A partir de este punto, el IRI experimentó una variación al alza no muy considerable, en la cual en un lapso de 15 días aumentó 0,16 m/km, para un valor de 9,81 m/km reportado al día 49. Pese a que en la curva este aumento se ve exagerado producto de la trayectoria de la línea de tendencia suavizada que conecta los datos, a nivel práctico representa un comportamiento del IRI básicamente constante entre el día 35 y el día 49, considerando que la diferencia reportada es irrelevante en términos de la condición superficial, así como al compararla con la desviación estándar asociada al valor de 9,81 m/km, como se puede evidenciar gráficamente en la Figura 36 a través de las barras de error.

Ahora bien, el último intervalo temporal de la curva de Calle El Cerro presenta una modificación abrupta del comportamiento del IRI promedio de la sección evaluada, la cual muestra un crecimiento de 8,12 m/km en un periodo de 15 días, alcanzando un valor de 17,93 m/km al día 63 de la curva. A través de las barras de error es también fácil evidenciar la baja precisión asociada a las mediciones que dieron paso al IRI promedio reportado en este punto, con referencia a las desviaciones estándar asociadas a los valores de IRI promedio anteriores. Como se discutió previamente, el comportamiento atípico de estos resultados responde a una anomalía en las mediciones que alteró la percepción del acelerómetro del equipo, de forma que este registró señales derivadas de la aceleración y desaceleración del vehículo como variaciones en el perfil longitudinal de la vía. Por tal motivo, se hace la diferenciación en el patrón de la línea de conexión al resultado del día 63 curva generada, identificando el comportamiento atípico y erróneo del resultado con una línea punteada, como se observa en la Figura 36.

Ahora, en lo que respecta a la tendencia de deterioro reflejada en el comportamiento del IRI registrado para Calle Jaules, se presentan como primera aproximación de curvas de los gráficos de las Figuras 37 y 38, que describen la conducta de la regularidad superficial registrada para las dos diferentes secciones de medición monitoreadas durante 56 días en este camino ubicado en Cot de Oreamuno. Cabe recordar que la condición de calidad con la que inicia la curva de esta vía no es equiparable a la condición inicial de Calle El Cerro, pues a diferencia de esta última, Calle Jaules no presentaba al inicio de las evaluaciones intervenciones recientes que hubiesen optimizado su estado y minimizado el deterioro exhibido. Lo anterior se puede comprobar en el valor de IRI reportado al día cero para ambas secciones de evaluación, ya que como se puede observar en las Figuras 37 y 38, la curva de la sección 1 arranca con un valor base de IRI igual a 23,24 m/km, lo que es prácticamente el doble del IRI inicial en Calle El Cerro, mientras que la curva de la sección 2 muestra un valor inicial registrado de 18,60 m/km.

De este punto en adelante, ambas curvas muestran un comportamiento oscilatorio en el valor de IRI promedio registrado entre evaluaciones consecutivas, como se observa al analizar la línea de tendencia en ambos gráficos. De forma que, en ambas secciones de Calle Jaules, el IRI al día 7 es menor que el registrado inicialmente, al día 28 el IRI registrado es mayor que al día 7 y al día 42 el IRI promedio reportado es menor que al día 28, esto en diferentes medidas de proporción entre los valores de ambas curvas. Lo anterior puede parecer un comportamiento extraño, pues con respecto a la relación del IRI y la condición superficial de la vía, esto supondría un mejoramiento y desmejoramiento del camino de forma constante entre las mediciones ejecutadas al día 42. Lo anterior no coincide con el comportamiento teórico esperado de acuerdo con la tendencia de deterioro detallada en la sección 1.3.4, dedicada al ciclo de vida de los caminos. Sin embargo, existe una explicación para este comportamiento, la cual justifica eventuales oscilaciones en la regularidad de una vía en condición de superficie expuesta.

Como se puede evidenciar al analizar los reportes del Apéndice 6, el comportamiento de los deterioros contabilizados para el cálculo del URCI es altamente variable. La magnitud de desperfectos como baches, roderas y depresiones en la sección transversal, presentan variaciones entre las evaluaciones que van desde el aumento de la cobertura y la profundidad de estos fallos en la superficie, hasta la disminución de la magnitud o la desaparición de los deterioros previamente contabilizados. A diferencia de los caminos pavimentados, las vías de lastre tienen una superficie de rodamiento conformada por partículas granulares con una graduación variable, compactadas para formar una o más capas sobre el suelo natural del sitio. Con el paso del tiempo, estas partículas tienden a disgregarse y a quedar sueltas en la superficie de la vía, lo que, en combinación de factores ambientales como la lluvia y factores externos como el tránsito de los vehículos, genera el traslado de material que puede perjudicar la condición del camino por la formación baches y huellas de tránsito que aumentan la irregularidad de la vía, o bien, llegar a mejorar la regularidad y la condición superficial en los casos donde el traslado de material derive por ejemplo en la disminución de la profundidad de baches y depresiones.

El material granular dispuesto en Calle Jaules como capa de rodamiento, el cual está colocado directamente sobre la subrasante y tiene un espesor cercano a los 15 cm, se clasifica de acuerdo con el sistema SUCS como una grava bien graduada con arena (GW), mientras que para la clasificación AASTHO se categoriza como un A-1-a (0) mayoritariamente grava, con arena y finos, como se observa en la Tabla 9 de la sección 3.3.1. La presencia de partículas finas de arena y de agregado suelto en la superficie de la vía, en conjunción con el incremento en la precipitación diaria que se evidencia en las Figuras 22 y 23 para los meses de octubre y noviembre, con valores de hasta 100 mm, propicia las variaciones de la regularidad superficial del camino.

Tomando como referencia la sección 2 de Calle Jaules, es posible evidenciar que el incremento del IRI promedio reportado al día 28 (22,52 m/km) respecto al valor del día 14 (17,25 m/km), que corresponden al 18 de octubre y el 04 de octubre respectivamente coincide con un aumento en la densidad de deterioros como baches y roderas, así como de su grado de severidad. Se tiene de los reportes de los días 04 y 18 de octubre (consultar Apéndice 6), por ejemplo, que la densidad de baches de severidad alta pasa de 0,42 el 04 de octubre a 0,79 el 18 de octubre, lo que representa una diferencia entre los valores de deducción para el cálculo del URCl bastante considerable. Lo mismo ocurre con la densidad de las roderas de severidad media, que pasa de representar un 5,55% del área total de la unidad muestral, a un 7,47% al 18 de octubre. El incremento en magnitud de estos deterioros de severidad media y alta se refleja entonces en el incremento considerable del IRI entre el día 28 y el día 14.

Así como se justificó el cambio registrado en el comportamiento del IRI promedio entre los días 14 y 28 de la tendencia trazada para la sección 2 de Calle Jaules, las variaciones de las restantes fechas en esta curva y en la correspondiente a la sección 1 pueden sustentarse y respaldarse a través de las observaciones registradas en las evaluaciones de URCl, para las cuales se analizó detenidamente el comportamiento de diferentes desperfectos en la superficie de rodamiento a través del periodo de estudio.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- A pesar de que suele implementarse como una medida para especificar rangos de tolerancia para la aceptación de proyectos de infraestructura vial, concentrando su uso como un parámetro de control relativo al confort del usuario y el desempeño de los vehículos, el Índice de Regularidad Internacional (IRI) puede ser implementado para evaluar la calidad de la condición superficial de carreteras, sean estas pavimentadas o no pavimentadas. Sin embargo, en referencia a estas últimas, el IRI enriquece su utilidad al poder implementarse para monitorear el detrimento de la condición superficial a través del tiempo, permitiendo estimar la tendencia de menoscabo de la calidad de las vías e identificar los puntos de su ciclo de vida donde se deban realizar operaciones de mantenimiento para extender su condición de servicio.
- A partir de la revisión documental desarrollada en torno a las diferentes metodologías de medición de IRI y sus principales características, es posible concluir que los equipos de tipo respuesta como el ARRB Roughometer III, constituyen excelentes alternativas para el desarrollo de evaluaciones de regularidad a nivel de red, con aplicaciones como la valoración del estado de carreteras implementando el IRI como indicador de condición superficial. En este contexto, el menor tiempo y esfuerzo requeridos para obtener información fidedigna relativa al estado de deterioro de una superficie, en contraste con otras metodologías tradicionales que recurren a auscultaciones visuales y mediciones manuales para determinar la condición de tramos particulares que se estandarizan para describir el comportamiento de secciones mayores, otorgan la ventaja a los equipos RTRMS como mecanismos objetivos para la determinación de condición o nivel de calidad superficial de carreteras y caminos.
- Mediante el desarrollo del presente proyecto académico, se logró establecer el estatus funcional del equipo ARRB Roughometer III que se encontraba en desuso en el Laboratorio de Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, alcanzando satisfactoriamente la puesta en operación del dispositivo para efectos del monitoreo de rutas pertenecientes a la Red Vial Cantonal a beneficio del PRVC II MOPT-BID. Paralelamente, se desarrollaron insumos instructivos para facilitar la capacitación del personal en la operación del equipo posterior a la culminación del proyecto, los cuales podrían ser aprovechados por el MOPT para dar continuidad a esta iniciativa y contribuir a la eventual creación de un sistema de gestión de rutas no pavimentadas, así como planes de mantenimiento orientados a este tipo de vías.

- Se determinó que el principio de cálculo y las señales de datos implementadas por el equipo ARRB Roughometer III para la determinación de parámetros de regularidad superficial, complican que este genere información relativa al perfil longitudinal recorrido en las evaluaciones, ofreciendo únicamente resultados bajo el formato de Índice de Regularidad Internacional (IRI) o recuentos de regularidad NAASRA. La ausencia de datos relativos al perfil longitudinal imposibilita validar la aceptación de la precisión y el sesgo evidenciados para el equipo, por medio de la metodología estándar establecida por ASTM en la norma E950. Lo anterior pues, para este fin, el estándar establece un proceso de correlación cruzada que toma como referencia para la aceptación de la precisión y la exactitud de los resultados de IRI, la repetibilidad y el sesgo presentados en la medición del perfil longitudinal asociado.
- Pese a no poder validar formalmente la precisión y exactitud del ARRB Roughometer III, se concluye que esto no representa un obstáculo para el uso del equipo en el contexto del monitoreo del deterioro de carreteras no pavimentadas, pues este consiste básicamente en comparar contra sí mismo la tendencia registrada para la regularidad superficial a través del tiempo, en contraste con otras aplicaciones donde existen límites de aceptación con base en el IRI. Para mitigar el eventual impacto que podría tener el desconocer el grado de precisión del instrumento, se propuso como parte de la metodología de evaluación desarrollada realizar 10 repeticiones de la sección a valorar y reportar el resultado promedio de estas para efectos del registro de la condición. Adicionalmente, en el contexto de la evaluación del deterioro superficial con el IRI como indicador, el valor puntual de este índice no es lo de mayor importancia, sino su ubicación en rangos generalmente amplios para los cuales se atribuye una clasificación genérica de la condición, con características típicas de los deterioros evidenciados sobre la superficie.
- El tiempo dispuesto en el proyecto para el monitoreo del deterioro de la condición superficial de las dos vías no pavimentadas seleccionadas, no es suficiente para observar una tendencia de deterioro realmente representativa del ciclo de vida de este tipo de caminos, lo que limita el alcance de las curvas construidas y de las conclusiones que se puedan formular a partir de la tendencia de regularidad y deterioro exhibida en el periodo de análisis. Para tal fin, resultaría necesario extender el periodo de evaluación para abarcar como mínimo la tendencia del IRI durante un año completo, lo cual sería especialmente valioso para el monitoreo del comportamiento de Calle El Cerro, contemplando que esta parte de una condición superficial óptima, lo cual permitiría generar una curva completa para su ciclo de vida.
- Si bien inicialmente se tenía previsto evaluar en el proyecto dos rutas no pavimentadas recién intervenidas, esto con la intención de partir de condiciones iniciales equiparables a nivel del estado de deterioro de ambos caminos, no fue posible localizar dentro del inventario vial de la Municipalidad de Oreamuno, una ruta que presentase condiciones de regularidad, topografía, geometría y deterioro similares a las de Calle El Cerro, ruta definida por el PRVC II ante el interés de evaluar el efecto de las

labores de mantenimiento de la MMEC. La mayor parte de las vías inspeccionadas que cumplían con estos criterios, habían sido intervenidas con la aplicación de un tratamiento superficial con asfalto, como lo fue por ejemplo el caso de Calle San Martín. Lo anterior las descalificaba como candidatas para los monitoreos de condición, pues pese a clasificarse como vías no pavimentadas, su tendencia de deterioro no es comparable con una ruta de lastre. Calle Jaules fue seleccionada al presentar tramos con pendientes similares a las que caracterizan la sección delimitada para las evaluaciones en Calle El Cerro, sin embargo, desde la primera evaluación quedó demostrado la alta diferencia en el IRI promedio de ambas vías, lo que indica una disparidad de su condición de deterioro. La complicación anterior sumada al escaso periodo de evaluación no permitió llegar a analizar el efecto de eventuales labores de mantenimiento en la ruta a cargo de la MMEC.

- La evaluación de caminos altamente irregulares con el ARRB Roughometer III para la determinación de su condición superficial podría no ser viable, pues la velocidad de circulación mínima es una limitación que atenta contra la precisión de los resultados. Por debajo de los 25 km/h, el equipo pierde gran parte de su sensibilidad, pues en este punto el sistema de suspensión del vehículo alcanza a amortiguar en gran medida la aceleración vertical que se experimenta como resultado de del desplazamiento sobre la superficie, de manera que, sin importar cuan irregular sea esta, el equipo muestra una tendencia elevada a reportar valores excesivamente bajos de IRI en relación con las características de la superficie.
- A diferencia del deterioro en rutas pavimentadas, la tendencia de detrimento de la condición de vías en estado de superficie expuesta puede alejarse drásticamente del comportamiento esperado a nivel teórico, el cual corresponde a una curva con una tendencia decreciente predominante y, en el caso del IRI como indicador de condición, al aumento paulatino de este índice. Las características de los materiales que componen la superficie de las vías no pavimentadas, posibilitan que ante la interacción de la superficie de rueda con factores ambientales como la lluvia y el viento, y otros factores externos como el tránsito de los vehículos, se generen variaciones en la cobertura y magnitud de los deterioros típicos de estos caminos; como baches, depresiones y huellas, que reflejan aumentos y disminuciones en la regularidad de la vía y, por consiguiente, en la condición de deterioro determinada a partir del IRI.
- Con base en la anomalía presentada en las evaluaciones del día 15 de noviembre, es posible concluir el correcto posicionamiento del acelerómetro sobre el eje o el sistema de suspensión del vehículo es un factor de suma criticidad para la obtención de resultados precisos y representativos de las condiciones en sitio. Una mala colocación del acelerómetro en el proceso de instalación o una desviación de su eje mayor a 4° durante las evaluaciones puede generar que, en diferentes proporciones según su inclinación, el sensor detecte erróneamente señales de la aceleración y desaceleración horizontal del vehículo, producto de las variaciones en la velocidad de circulación, como aceleraciones verticales producto del movimiento de la suspensión. De tal manera, los de IRI reportados

por el equipo tienden a verse incrementados por la inclusión de señales de aceleración ajenas a la regularidad del perfil de la vía.

- La ausencia de información detallada del comportamiento de la regularidad superficial como retroalimentación durante las mediciones de IRI con el equipo ARRB Roughometer III, complica el identificar comportamientos atípicos o resultados carentes de sentido como los registrados para las evaluaciones de Calle El Cerro y Calle Jaules del 15 de noviembre, que permitan detectar y reconocer posibles anomalías o fallas que interfieran con el correcto funcionamiento del equipo. Para poder revisar el IRI obtenido en una evaluación, resulta necesario desconectar el controlador del equipo de la interfaz y conectarlo a una computadora, para así acceder a los datos almacenados para el levantamiento y procesarlos mediante el software provisto por el fabricante. De manera que no existe una forma práctica de verificar los resultados en sitio, mientras se realizan las evaluaciones.

Recomendaciones

- En caso de requerir una comprobación formal del grado de precisión o el sesgo asociado a los resultados obtenidos con el equipo ARRB Roughometer III, ya sea para su uso en alguna aplicación diferente al monitoreo del deterioro para la que se requiera de una mayor certeza sobre los resultados, o bien, que se solicite como requisito para el desempeño evaluaciones específicas, se recomienda a la Subdirección de Geotecnia y Materiales del MOPT, responsables directos del equipo, recurrir a un proceso de calibración externo, como detalla Sayers et al. (1986) en la sección 4.2 del WTP-46. En este, a partir de un instrumento de alta precisión dedicado a la medición del IRI, como un método de Clase I, se realizan una serie de mediciones en sitios de calibración con valores de IRI conocidos y coincidentes con el rango de valores de IRI en el cual se vayan a desempeñar las evaluaciones. A partir del estudio de la relación entre el IRI registrado por el instrumento de referencia y las mediciones crudas de repuesta ARS reportadas por el RTRRMS a calibrar, es posible obtener una ecuación de calibración que permita corregir los resultados del equipo de tipo repuesta a una determinada precisión y sesgo respecto a los resultados del equipo de mayor precisión.
- Se recomienda llevar a cabo verificaciones sistemáticas de forma constante durante los levantamientos de datos con el equipo ARRB Roughometer III, para corroborar el correcto funcionamiento de todos sus componentes y garantizar la obtención de resultados dentro del grado de precisión característico del equipo. Buenas prácticas como el diagnóstico de las señales del acelerómetro y odómetro mediante la función ofrecida por el controlador, la verificación del nivel de inclinación del acelerómetro entre repeticiones y la confirmación de una adecuada sujeción de todos los componentes instalados sobre la

estructura del vehículo, permiten minimizar el riesgo de obtención de resultados imprecisos o no representativos en las evaluaciones.

- Se recomienda a los colaboradores del PRVC II MOPT-BID involucrados en el desarrollo de este proyecto académico, coordinar con la Subdirección de Geotecnia y Materiales la colaboración del personal capacitado del Laboratorio de Materiales y el préstamo del equipo ARRB Roughometer III, para dar continuidad al monitoreo del deterioro de Calle El Cerro, al menos hasta el mes de setiembre del 2024. Lo anterior permitiría construir una curva de deterioro completa que describa el comportamiento de esta ruta desde una condición inicial óptima, hasta la condición de deterioro resultante de su exposición a un ciclo climático completo, además de los factores de flujo vehicular y otras fuentes de deterioro durante tal periodo.
- Por último, se recomienda al PRVC II MOPT-BID, valorar la adquisición de un equipo ARRB Roughometer III o modelo superior para el promover el monitoreo de una mayor cantidad de rutas en distintas zonas del país. Lo anterior con el objetivo de estudiar el detrimento de calles y caminos en condición de superficie expuestas en un abanico más amplio de condiciones, de forma que paulatinamente se genere una base de datos que permita alimentar un modelo de predicción de deterioro que pueda ser calibrado para un mayor número de características a nivel climático, geotécnico, topográfico y de flujo vehicular.

Referencias

- ARRB Group (2014). Roughometer III Brochure.
<https://www.arrb.com.au/roughometer-broch>
- ARRB Group (2016). Roughometer III User Manual.
- Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ). (2017). Programa PRVC I.
<https://www.giz.de/de/downloads/giz2017-es-prvc.pdf>
- Asamblea Legislativa de la Republica de Costa Rica. (2011). Aprobación del contrato de préstamo N.° 2098/OC-CR entre la República De Costa Rica y el Banco Interamericano De Desarrollo, celebrado al amparo del Convenio de Cooperación para El Financiamiento de Proyectos de Inversión (CR-X1007) para financiar el Primer Programa Para La Red Vial Cantonal (PRVC I).
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=71209&nValor3=86366&nValor5=2
- Alburque Vilchez, R. J., & Menacho Malara, A. M. (2022). Aplicación del método URCl para la evaluación del estado de condición de una ruta no pavimentada. Universidad de Piura.
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5604>
- Arenas, B., Díaz, J. T., & Vidarte, J. A. (2000). Concepto de investigación. Ánfora: Revista Científica de la Universidad Autónoma de Manizales, 8(15), 87-90.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6138488#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20se%20asume%20como,teor%C3%ADa%20existente%2C%20Es%20considerada%20proceso.>
- Badilla Vargas, G. A. (2011). Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI): aspectos y consideraciones importantes.
https://www.lanamme.ucr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/50625112500/517/IBP2277_11%20Determinacion%20de%20Regularidad%20Superficial%20con%20IRI%20VF%2010102011.pdf?sequence=1
- Barrantes Alpízar, J. C. (2020). Gestión del Mantenimiento de Rutas con Superficie Expuesta. Informe CEP-2020-0817-053.
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3a ed.). Pearson Educación de Colombia.
- Bull, A. (2003). Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado. CEPAL.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/6416-Mejoramiento-La-Gestion-Vial-Aportes-Especificos-Sector-Privado>

- Campos Cruz, C. (2010). Construcción y conservación de caminos en lastre. Boletín Semanal PITRA, LanammeUCR, 1 (8). <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/372>
- Cárdenas, J. (2012). Estudio comparativo de metodologías de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/426>
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Colombia, 2, 1-11.
- Chavarría Bravo, L. (2018). Modelo para mejorar la regularidad superficial mediante la técnica de cepillado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10038>
- Contreras Sauñe, J. (2000). Evaluación superficial de pavimentos: aplicación del Índice Internacional De Rugosidad IRI.
- Dagnino, J. (2014). Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Revista Chil Anest, 43(1), 150-153. https://www.sachile.cl/upfiles/revistas/54e63a1a778ff_15_correlacion-2-2014_edit.pdf
- De Solminihac Tampier, H., & Salgado Torres, M. (2002). Calibración del modelo de progresión de la rugosidad (IRI) de HDM-4 para pavimentos asfálticos. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10127>
- Ríos De la Cruz, I. (2019). Modelos de deterioro del pavimento y su correlación con las evaluaciones funcionales de los años 2010-2016, en la carretera Inambari - Azángaro. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2557>
- Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- Flores Escoto, R. E. (2008). Desarrollo de un sistema de Gestion de pavimentos para el municipio de Santa Tecla. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2097/1/Desarrollo_de_un_sistema_de_gestion_de_pavimentos_para_el_municipio_de_Santa_Tecla.pdf
- Fracica Naranjo, G. (1998). Modelo de simulación en muestreo. Universidad de La Sabana.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación (5a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez Soto, M. A. (2017). Gestión de carreteras no pavimentadas. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/52693/>
- Ministerio de Obras Públicas y Traspotes (MOPT). (2022). Manual de Especificaciones Generales para la Construcción De Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2020).
- Ministerio de Obras Públicas y Traspotes (MOPT). (2014). Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal (Decreto No. 38578-MOPT- 21-10-2014).
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

- Presidencia de la República de Costa Rica. (2018). Programa Red Vial Cantonal I concluyó exitosamente y benefició a todas las municipalidades del país. <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2018/05/programa-red-vial-cantonal-i-concluyo-exitosamente-y-beneficio-a-todas-las-municipalidades-del-pais/#:~:text=Los%20objetivos%20del%20PRVC%20II,gesti%C3%B3n%20de%20la%20red%20vial>.
- Presidencia de la República de Costa Rica. (2021). Microempresas darán mantenimiento a caminos de 20 cantones. <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/03/microempresas-daran-mantenimiento-a-caminos-de-20-cantones/>
- Rodriguez, E., Torres, L., & Villeda, M. (2019). Desarrollo de metodología para la medición de IRI (International Roughness Index), mediante el uso de un rugosímetro basado en el MERLIN (Machine Evaluating Roughness Using Low Cost Instrumentation), para evaluación de pavimentos flexibles y rígidos en El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Sarduy Domínguez, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. Revista cubana de salud pública, 33(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662007000300020&script=sci_arttext
- Sarli, R., Gonzalez, S. I., & Ayres, N. (2015). Análisis FODA. Una herramienta necesaria. Revista de la Facultad de Odontología, 9(1), 17-20. https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/7320/sarlrfo-912015.pdf
- Sayers, M. W., Gillespie T. D., & Paterson W. D. O. (1986). WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER 46 (WTP-46). Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements.
- Sayers, M. W., & Karamihas S. M. (1986). Interpretation of road roughness profile data.
- Schliessler, A. (1992). Caminos: un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ad0264da-83b4-4788-8b2b-c276dde5a6ad/content>
- Universidad Veracruzana. (s.f.). Introducción a la investigación: guía interactiva. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
- US Army Corps of Engineers. (1995). TM 5-626. Unsurfaced Road Maintenance Management.
- Valencia López, V. E. (2012). Revisión documental en el proceso de investigación. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>
- Vargas Sobrado, A. C., & Ulate Castillo, A. (2014). Evaluación de caminos no pavimentados por medio del Rugosímetro III. Boletín Técnico PITRA, LanammeUCR, 5 (56). <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/340>
- Villaseñor Rodríguez, I. (2008). Metodología para la elaboración de guías de fuentes de información. Investigación bibliotecológica, 22(46), 113-138. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2008000300006

Watson López, M. (2009). Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT). <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6067>

Apéndices

Apéndice 1. Guía sintetizada de uso e instalación del equipo ARRB Roughometer III.

Apéndice 2. Resultados mediciones de prueba Ruta Nacional 39 y Ruta Nacional 205

Apéndice 3. Resultados mediciones de validación del equipo ARRB Roughometer III.

Apéndice 4. Estudios de tránsito Calle El Cerro y Calle Jaules.

Apéndice 5. Informes de medición evaluaciones periódicas IRI.

Apéndice 6. Informes de medición evaluaciones periódicas URCl.

Apéndice 7. Evidencias y registro fotográfico de las actividades ejecutadas en el proyecto.

Apéndice 8. Formato estandarizado informes de medición con el equipo ARRB Roughometer III.

Apéndice 1. Guía sintetizada de uso e instalación del equipo ARRB Roughometer III.

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE TIPO RESPUESTA RTRRMS
COMO PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE METODOLOGÍAS PARA LA
GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE RUTAS NO PAVIMENTADAS POR PARTE
DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (MOPT)



Elaborado para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes

GUÍA DE USO E INSTALACIÓN ARRB ROUGHOMETER III PARA LA EVALUACIÓN DE IRI



Guía de uso e instalación del dispositivo ARRB Roughometer III

Basada en el manual de usuario de ARRB Group y las normas ASTM E950 y ASTM E1926

Fernández Mesén Jesús Andrei

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción
Proyecto de Graduación

Índice de contenidos

1.	Generalidades.....	4
1.1.	Reseña.....	4
1.2.	Inventario del equipo.....	4
2.	Instalación del equipo.....	6
2.1.	Conexión de alimentación.....	6
2.2.	Controlador.....	6
2.3.	Acelerómetro.....	7
2.3.1.	Instalación en vehículos sin suspensión trasera independiente (IRS).....	8
2.3.2.	Instalación en vehículos con suspensión trasera independiente (IRS).....	9
2.3.3.	Sujeción del cable de conexión del acelerómetro.....	10
2.4.	Odómetro.....	11
2.4.1.	Conexión al odómetro del vehículo.....	11
2.4.2.	Instalación del odómetro externo (DMI).....	12
2.4.3.	Modificación de la interfaz en función del origen de la entrada de distancia.....	14
2.5.	Receptor GPS.....	15
2.6.	Encendido del equipo.....	16
3.	Configuración básica del equipo previo al levantamiento de información.....	18
3.1.	Menú de opciones del usuario.....	18
3.2.	Configuración de las unidades de medida.....	18
3.3.	Configuración de la fecha y hora.....	19
3.3.1.	Fecha.....	19
3.3.2.	Hora.....	20
4.	Calibración del sistema.....	21
4.1.	Calibración del acelerómetro.....	21
4.2.	Calibración del odómetro (señal de distancia propia del vehículo o DMI).....	23
5.	Levantamientos de información de regularidad superficial.....	26
5.1.	Operación básica del equipo para el levantamiento de información.....	26
5.2.	Consideraciones para los levantamientos.....	26
5.2.1.	Secciones.....	26
5.2.2.	Puntos de referencia.....	27
5.2.3.	Singularidades.....	27
5.2.4.	Lead in y Lead out (Distancias de entrada y salida del levantamiento).....	27
5.2.5.	Distancia y subdistancia.....	28
5.3.	Realización de un levantamiento.....	29
5.4.	Consideraciones importantes para el levantamiento de información.....	31
6.	Funciones complementarias.....	32
6.1.	Configuración de opciones complementarias.....	32
6.1.1.	Selección de alarma de sonido.....	32
6.1.2.	Configuración del Lead in ("Distancia de entrada").....	32

6.1.3.	Verificación de las entradas de distancia y regularidad.....	33
6.1.4.	Verificación de la memoria disponible.....	34
6.1.5.	Verificación del estatus del GPS	34
6.2.	Mensajes de error	35
6.2.1.	Errores de calibración	35
6.2.2.	Errores de memoria.....	35
6.2.3.	Errores en la configuración del equipo.....	36
6.3.	Fallos comunes y soluciones.....	37
6.3.1.	Controlador del ARRB Roughometer III muerto	37
6.3.2.	El controlador no muestra pulsos de distancia	37
6.3.3.	El controlador no muestra pulsos de regularidad (acelerómetro).....	38
6.3.4.	Cancelación espontánea del levantamiento de información.....	38
6.3.5.	Falla en la alimentación.....	39
7.	Procesamiento de datos.....	40
7.1.	Inicialización del programa.....	40
7.2.	Recuperación de datos recolectados en levantamientos.....	42
7.3.	Configuración del software.....	43
7.3.1.	Configuración de la carpeta de almacenamiento de resultados.....	43
7.3.2.	Configuración de las unidades reportadas.....	43
7.3.3.	Configuración del intervalo de reporte.....	44
7.3.4.	Configuración de las correcciones por baja velocidad	45
7.3.5.	Configuración de los criterios de condición.....	45
7.4.	Procesamiento.....	48
7.5.	Reportes de resultados.....	49
7.5.1.	Generación del mapeo del levantamiento.....	51
7.5.2.	Modificación del formato del mapa	51
7.5.3.	Otras funciones del mapeo.....	53
8.	Informes de resultados.....	55
	Referencias.....	57

1. Generalidades

1.1. Reseña

El dispositivo Roughometer III de la empresa ARRB Group está diseñado para la determinación de datos de regularidad superficial, tanto en caminos pavimentados como en condición de superficie expuesta, siendo un sistema que se destaca por su portabilidad, rentabilidad y facilidad para la evaluación de redes viales. De acuerdo con el fabricante, los datos suministrados por el Roughometer III pueden ser utilizados para:

- Proporcionar información objetiva para la evaluación del nivel de rugosidad de la carretera.
- Monitorear las tendencias de deterioro de la rugosidad de las vías a través del desarrollo de encuestas sucesivas durante periodos de estudio establecidos.
- Comparar y analizar el estado de las carreteras que componen una red a través de los indicadores de rugosidad, para gestionar labores de mantenimiento al identificar caminos o secciones que requieran de reparaciones correctivas.

El equipo Roughometer III basa su principio de funcionamiento en la combinación de las señales de un sensor de movimiento montado sobre el eje o amortiguadores del vehículo, que corresponde un acelerómetro de precisión, con una entrada de distancia recorrida para así poder medir el perfil longitudinal de una vía. El perfil registrado por el equipo se utiliza para el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI), indicador estandarizado de regularidad superficial de carreteras y caminos.

1.2. Inventario del equipo

Cuadro 1. Inventario de partes kit ARRB Roughometer III del Laboratorio de Materiales del MOPT.

Código	Nombre	Cantidad	Descripción	Número de serie	Número de parte ARRB
R3-PP-010	Controlador	1	Ensamblaje del controlador Roughometer III 12V dc	461	BF-11020.C
R3-PP-020	Acelerómetro	1	Conjunto de acelerómetro vertical ARRB 5V dc	611	BF-11040.C
R3-PP-030	Computador/Interfaz	1	Interfaz de registro de datos Roughometer III 12V dc	431	BF-11050.C
R3-PP-040	Unidad GPS	1	GPS GARMIN para Roughometer III	308	BF-11204.A
R3-PP-050	Odómetro	1	Kit de transductor rotacional DMI 12V dc	546	BF-11114.B
R3-CB-010	Cable controlador	1	Cable conexión interfaz - controlador	-	BF-CAB/11060.A

Código	Nombre	Cantidad	Descripción	Número de serie	Número de parte ARRB
R3-CB-030.01	Cable de alimentación encendedor	1	Cable conexión interfaz - enchufe encendedor	-	BF-CAB/11061.A
R3-CB-030.02	Cable de alimetnación directo	1	Cable conexión interfaz - batería vehículo	-	BF-CAB/11062.A
R3-CB-050.01	Cable odómetro externo	1	Cable conexión interfaz - odómetro externo	-	BF-CAB/11063.A
R3-CB-050.02	Cable odómetro vehículo	1	Cable conexión interfaz - odómetro vehículo	-	BF-CAB/11064.A
R3-CB-010.01	Cable controlador	1	Cable conexión interfaz - controlador	-	BF-CAB/11065.A
R3-CB-010.02	Cable USB controlador	1	Cable USB Tipo A -USB Tipo B	-	BF-CAB/CABUSB42L
R3-AC-020.01	Prensa de montaje acelerómetro	1	Prensa de montaje acelerómetro suspensión de eje rígido	-	-
R3-AC-020.02	Prensa de montaje acelerómetro	1	Pensa de montaje alternativo acelerómetro suspensión independiente	-	-
R3-AC-050.01	Varilla de soporte odómetro	1	Varilla roscada de aluminio de dos secciones	-	-
R3-AC-050.02	Abrazadera de fijación universal	1	Abrazadera de sujeción al arco de la rueda del vehículo	-	-
R3-AC-050.03	Ventosa Power Grip	1	Ventosa de sujeción a la carrocería del vehículo	-	-
R3-AC-050.04	Set de collar/manguito 19 mm	5	Conjunto de collares/manguitos de sujeción de las tuercas de las ruedas	-	-
R3-AC-050.05	Set de collar/manguito 21 mm	5	Conjunto de collares/manguitos de sujeción de las tuercas de las ruedas	-	-
R3-AC-020.03	Gaza metálica 6	1	Gaza metálica de diámetro ajustable (105 - 130 mm)	-	-
R3-AC-020.04	Gaza metálica 5	1	Gaza metálica de diámetro ajustable (85 - 110 mm)	-	-
R3-AC-020.05	Gaza metálica 040	2	Gaza metálica de diámetro ajustable (52 - 76 mm)	-	-
R3-AC-020.06	Gaza metálica 028	2	Gaza metálica de diámetro ajustable (33 - 57 mm)	-	-

2. Instalación del equipo

2.1. Conexión de alimentación

De acuerdo con el fabricante del equipo, la alimentación de 12 V CC necesaria para el funcionamiento del Roughometer III se puede obtener del enchufe del encendedor de cigarrillos del vehículo a través del cable BF-CAB/11061.A, directamente de la batería del vehículo a través del cable BF-CAB/11062.A o bien, mediante alguna otra conexión adecuada a accesorios o fuentes de poder alternativas.



Figura 1. Conexión del cable de poder a la interfaz.

En casos donde el equipo se vaya a instalar de forma definitiva sobre un vehículo o vaya a permanecer en este un periodo extenso, se recomienda realizar una conexión de alimentación por cableado directo a través del cable BF-CAB/11062.A, al ser esta una opción más fiable que las conexiones al encendedor de cigarrillos. La configuración de alimentación directa del equipo no se recomienda en casos donde no se tenga un vehículo exclusivo para el uso del equipo, de forma que tenga que montarse y desmontarse constantemente.

2.2. Controlador

El controlador corresponde al componente del sistema a través del cual el usuario puede acceder a las funciones de configuración del Roughometer III y ejecutar evaluaciones de caminos para la determinación del IRI. Durante las evaluaciones, el controlador adquiere datos de distancia, tiempo, regularidad y posicionamiento GPS suministrados por las señales de los otros componentes del sistema y los almacena en una memoria interna no volátil para su posterior procesamiento.



Figura 2. Controlador ARRB Roughometer III.

Para instalar el controlador únicamente se debe de conectar este componente al computador o interfaz, esto haciendo uso del cable R3-CB-010.01. El cable del controlador tiene dos terminales idénticas en sus extremos, que coinciden con los recibidores de ocho espigas que poseen tanto el controlador en la parte inferior, como la interfaz en el puerto destinado para conectar este componente (señalado bajo el nombre CONTROLLER), como se observa en la **Figura 3**. Tanto los puertos de conexión como las terminales del cable poseen una cejilla que debe coincidir al momento de conectarlos.



Figura 3. Salidas cable de conexión interfaz – controlador.

2.3. Acelerómetro

Este componente corresponde a un sensor de aceleración lineal, el cual al instalarse de forma vertical en el eje trasero u otro componente del sistema de suspensión del vehículo (según se requiera), permite medir de forma directa el desplazamiento del eje durante un recorrido. Al realizar evaluaciones con el equipo Roughometer III, los datos del movimiento del eje, derivados de los pulsos del acelerómetro como respuesta a las variaciones de regularidad del camino, se utilizan en complemento con las señales de distancia recorrida para generar el perfil longitudinal del camino y, posteriormente, para producir resultados de Índice de Regularidad Internacional (IRI) al procesar los registros en el software proporcionado por el fabricante del dispositivo.

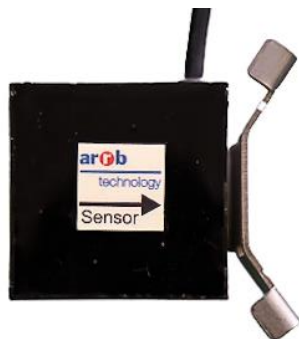


Figura 4. Acelerómetro ARRB Roughometer III.

Existen dos alternativas de montaje para el acelerómetro, esto en función del tipo de suspensión del vehículo en el que se vaya a instalar el equipo.

2.3.1. Instalación en vehículos sin suspensión trasera independiente (IRS)

En el caso de disponer para la instalación del equipo de un vehículo con un eje rígido, se debe instalar el acelerómetro haciendo uso de la prensa de montaje estándar R3-AC-020.01, la cual permite colocar el sensor directamente sobre el eje. El acelerómetro debe instalarse con la flecha impresa en la cara del sensor mirando hacia abajo, ya sea que se opte por un montaje en la parte superior del eje o en el lateral (ver Figura 5). Se recomienda instalar el acelerómetro lo más cerca posible de la llanta del lado del conductor, esto para realizar mediciones del lado interior del carril de circulación al ser este sector de la vía el que sufre mayor deterioro por lo general.

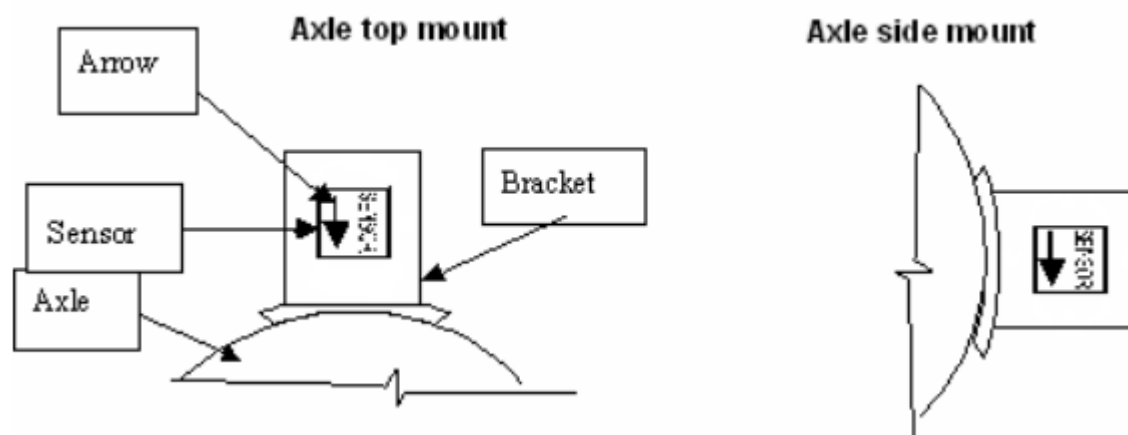


Figura 5. Esquemas de montaje del acelerómetro según su orientación.

Fuente. ARRB Group, 2016.

Al momento de instalar el componente, coloque el sensor sobre el eje según la orientación que haya elegido y con ayuda de un nivel de burbuja o electrónico, verifique que este orientado lo más cerca posible a una posición vertical. Lo anterior resulta de suma relevancia pues, en caso de que este acelerómetro lineal presente una inclinación o desviación mayor a 4° respecto a su posición vertical, podrían incidir sobre el cálculo del perfil longitudinal y del IRI, pulsos registrados por el acelerómetro ante la aceleración del vehículo y el frenado. Dicho de manera sencilla, un incorrecto montaje del sensor

afectaría la veracidad de los resultados, pues registraría como desplazamiento vertical del eje del vehículo señales que en realidad derivan de su aceleración horizontal.

Fije el sensor al eje utilizando una de las gazas metálicas de diámetro ajustable suministradas con el equipo y verifique nuevamente la verticalidad en su orientación.

OBSERVACIÓN: Para garantizar los mejores resultados, se recomienda calibrar el acelerómetro previo a su instalación. El proceso de calibración se describe en la **Sección 4.1**.



Figura 6. Montaje del acelerómetro en un eje rígido.

2.3.2. Instalación en vehículos con suspensión trasera independiente (IRS)

Por otro lado, cuando se disponga un vehículo dotado con suspensión trasera independiente, se debe instalar el acelerómetro haciendo uso de la prensa de montaje R3-AC-020.02, esta vez sobre el amortiguador. Para esto, se debe de remover la prensa utilizada para montar el sensor directamente sobre el eje e instalar la de montaje alternativo, según se explica paso a paso a continuación.

1. Fije el sensor a la placa plana del soporte de montaje con los dos tornillos de cabeza hueca tipo Allen. Use una llave Allen de 3 mm para apretar los tornillos hasta el punto en que el sensor aún pueda moverse con la mano en relación con el soporte.
2. Verifique que las dos partes del soporte de montaje estén ensambladas con una arandela plana debajo de la cabeza del tornillo y la tuerca. Se debe colocar una arandela de estrella entre las dos partes del soporte donde se tocan. Apriete el tornillo hasta el punto donde esté firme, pero donde las dos partes del soporte todavía se puedan mover con la mano. Para ello, se debe utilizar una llave de 13 mm y una llave Allen de 6 mm.
3. Seleccione dos gazas de diámetro ajustable del tamaño adecuado. Use un destornillador de punta plana para desatornillar completamente ambos.

4. Pase las bandas de las dos gazas a través de los dos pares de ranuras en la sección en forma de U del soporte de montaje. Las bandas se apretarán más tarde, cuando se coloque el soporte en el amortiguador.
5. Suba el vehículo por rampas para acceder a la rueda trasera donde se va a montar el kit.
6. Coloque las gazas ajustables alrededor del amortiguador.
7. Vuelva a enroscar las bandas en las abrazaderas y apriételas con el destornillador.
8. Es fundamental que el sensor se monte de modo que su eje sensible sea vertical. La flecha marcada en el costado del sensor debe apuntar hacia abajo. El nivel de burbuja proporcionado se puede utilizar para medir si el sensor está montado correctamente. El soporte de montaje está diseñado para proporcionar un ajuste adecuado en la posición del sensor. El soporte se puede girar alrededor del amortiguador, así como inclinarse en los planos "norte-sur" y "este-oeste".
9. Coloque el soporte de montaje según sea necesario y apriete todos los tornillos. Después de apretar los tornillos, utilice el nivel de burbuja para comprobar que el sensor no se ha movido.
10. Tenga en cuenta que se requieren al menos 40 mm en el extremo del amortiguador para montar correctamente el soporte. El instalador debe verificar que el soporte no sea golpeado por el amortiguador cuando se conduce el vehículo.

OBSERVACIÓN: El dispositivo debe fijarse al vehículo de forma que no entorpezca el funcionamiento del vehículo. Es responsabilidad del instalador del dispositivo asegurarse de que el amortiguador, o cualquier otra parte del vehículo, no golpee el soporte o el sensor de rugosidad conectado al mismo. La longitud del recorrido de un amortiguador reparable se puede obtener del fabricante del vehículo. Esto se puede usar para determinar si el dispositivo dañará el amortiguador. Se requiere un mínimo de 40 mm en el extremo del amortiguador para un montaje correcto del dispositivo.

2.3.3. Sujeción del cable de conexión del acelerómetro

Una vez instalado el acelerómetro, sea directamente sobre el eje o sobre el amortiguador, debe de considerar los siguientes puntos para el tendido y sujeción del cable de conexión.

- El cable debe estar tendido de tal manera que no interfiera con ninguna función o dinámica del vehículo, además de no estar expuesto al calor del escape.
- Asegure el cable con bridas de nailon, evitando atarlo alrededor de elementos calientes como el tubo de escape. Se recomienda mantener revestido el cable con el conducto flexible de plástico partido que se suministra con el equipo, o bien, con alguna otra cubierta adecuada.
- Para una instalación temporal del equipo, el cable se puede enrutar hacia la interfaz al interior del vehículo ingresándolo a través de la ventana trasera o por debajo de la puerta trasera, según se facilite de acuerdo con el tipo y diseño del vehículo.



Figura 7. Ejemplo de sujeción del cable del acelerómetro al ducto de líquido de frenos.

2.4. Odómetro

El odómetro corresponde al componente del equipo que proporciona la entrada de datos de distancia necesaria para la construcción del perfil. Dichos datos pueden provenir del instrumento de medición de distancia (DMI) suministrado con el equipo o directamente de los pulsos del odómetro del vehículo.

2.4.1. Conexión al odómetro del vehículo

El equipo puede utilizar las señales del odómetro del vehículo para la medición de distancia recorrida durante las evaluaciones de regularidad. Para realizar la conexión se debe utilizar el cable BF-CAB/11064.A, el cual cuenta con terminales de conexión rápida (quick connect terminals) como se muestra en la **Figura 8**.

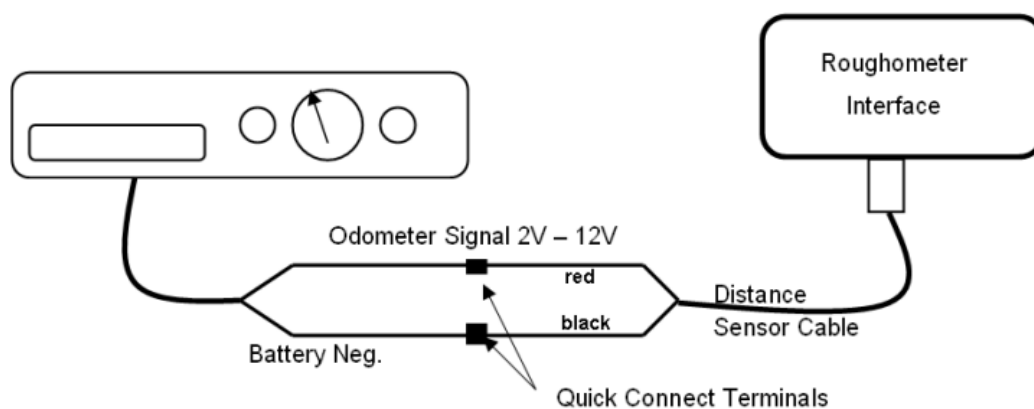


Figura 8. Esquemas de conexión del odómetro del vehículo a la interfaz del equipo.

Fuente. ARRB Group, 2016.

Cabe resaltar que la interfaz del Roughometer III aceptará únicamente pulsos de medición con una amplitud de entre 2V y 12V. En casos donde el pulso de distancia otorgado por el odómetro del vehículo sea menor a 2V, el fabricante del equipo ofrece un amplificador de pulsos en línea (accesorio opcional

que se vende por separado), que permite aumentar la señal. El amplificador está registrado bajo el número de parte BF-SEN/VDO411096 y las instrucciones para su instalación se incluyen con el producto.

2.4.2. Instalación del odómetro externo (DMI)

El odómetro externo (DMI) corresponde a un accesorio opcional del kit Roughometer III que permite obtener señales de distancia recorrida independientes a las del odómetro propio del vehículo. El DMI se instala sobre una de las ruedas del vehículo, típicamente la rueda trasera del lado del conductor, esto haciendo uso de la placa universal suministrada por el fabricante y alguno de los dos juegos de collares y manguitos de diferente diámetro, esto en función de la dimensión de las tuercas de las ruedas.



Figura 9. DMI instalado en vehículo tipo pick up.

Adicionalmente, el DMI cuenta con una varilla de soporte que permite fijar la orientación del odómetro. Se debe procurar mantener la varilla lo más cerca posible a una posición vertical, como se muestra en la **Figura 9**, haciendo uso para esto de alguno de los accesorios de sujeción suministrados con el DMI, sea la abrazadera de fijación universal a la carrocería o la ventosa.

A continuación, se describe la secuencia de pasos a seguir para la instalación del DMI, esto según lo establecido por ARRB Group.

1. Retire los tornillos y los discos de aluminio de los extremos de los conjuntos de collares y manguitos provistos. Coloque los manguitos sobre las tuercas de las ruedas del vehículo, asegurándose que su diámetro sea el adecuado a la dimensión de la tuerca. El número de conjuntos a utilizar varía en función de la configuración de la rueda, instale 3 juegos de manguito y collar intercalados en una rueda con 6 tuercas, 5 juegos en el caso de ruedas con 5 tuercas o 4 juegos en una rueda con 4 tuercas.
2. Una vez instalados los manguitos, coloque sobre estos la placa universal con la que cuenta el odómetro, de forma que alguno de los patrones de agujeros con los que cuenta esta pieza coincida con la posición de las roscas de tornillo de los manguitos colocados. Asegure entonces la placa colocando los tornillos de cabeza hueca de tipo Allen a través de los discos de aluminio en los conjuntos de manguito y collarín. Apriete los tornillos uniformemente mientras sujeta el conjunto firmemente contra la rueda.

3. Proceda a instalar alguno de los soportes de la varilla que mantiene fija la posición del odómetro durante el desplazamiento del vehículo. En el caso de la abrazadera universal, utilice el soporte ajustable para sujetar la pieza al borde interno del arco de la rueda, como se muestra en la **Figura 10**. Contemple que, en función de las características del vehículo, lo anterior puede suponer desprender forros o protecciones de forma parcial o total. En el caso de requerir un accesorio de sujeción menos invasivo, utilice la ventosa Power Grip adhiriendo el accesorio a la carrocería del vehículo o alguna otra superficie plana, lisa y no porosa como una ventana. Para colocar la ventosa, como se muestra en la **Figura 10**, limpie y seque la superficie de contacto, coloque el soporte de forma que la línea roja impresa en el embolo de la bomba sea visible y proceda a bombear el embolo hasta que dicha línea no sea visible, lo que indica que existe un vacío que adhiere el accesorio al vehículo.
4. Inserte la varilla de soporte a través del cojinete provisto en los soportes y atorníllela firmemente al acoplamiento roscado en la parte superior del DMI. La varilla de soporte se puede acortar, pero debe ser lo suficientemente larga para permanecer dentro del rodamiento en todos los extremos del recorrido de la suspensión del vehículo.
5. Conecte al DMI el cable BF-CAB/11063.A de conexión interfaz - odómetro externo, haciendo uso del extremo del cable con conexión roscada de tres espigas, como se muestra en la Figura X. Posteriormente, introdúzcalo al vehículo a través de una ventana o del sello de una puerta, para conectar el otro extremo del cable a la interfaz, con la conexión de tres espigas que se observa también en la **Figura 11**.

OBSERVACIÓN: El cable de conexión del DMI debe asegurarse de forma que cuente con una holgura que le permita moverse con libertad y sin ser tensado ante la dinámica del vehículo en movimiento, pero sin llegar a ser un tramo de cable lo suficientemente largo como arriesgar la integridad del equipo al tocar la rueda en movimiento.

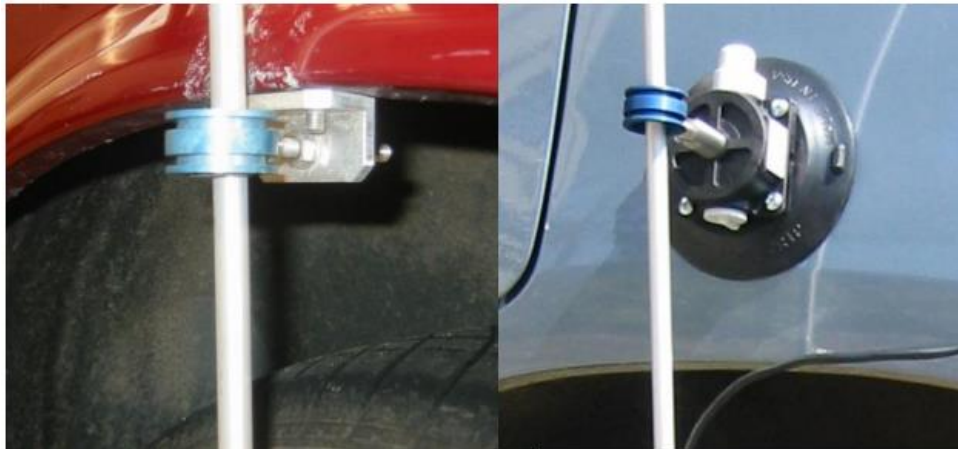


Figura 10. Accesorios de fijación de la varilla de soporte del DMI.

Fuente. ARRB Group, 2016.

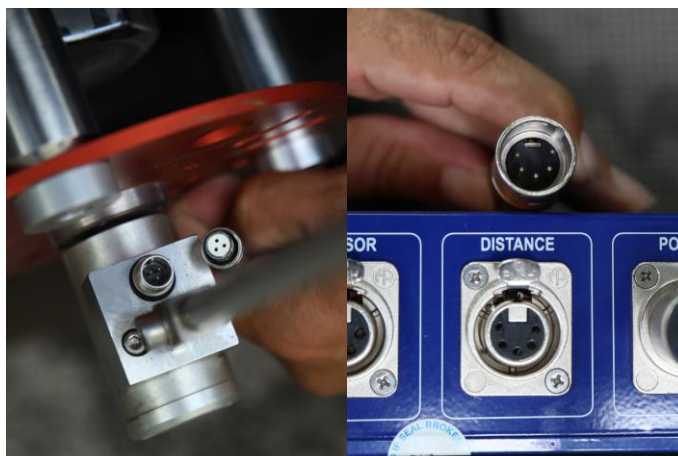


Figura 11. Salidas cable de conexión interfaz – odómetro externo (DMI).

OBSERVACIÓN: Con el DMI se proporciona un cordón de seguridad que debe conectarse desde el cojinete de la barra de soporte hasta un punto de anclaje conveniente en el vehículo. Este cordón es una característica de seguridad destinada a evitar que el rodamiento se caiga del vehículo en caso de que falle el accesorio de sujeción de la varilla.

2.4.3. Modificación de la interfaz en función del origen de la entrada de distancia

La entrada de distancia de la interfaz del ARRB Roughometer III está diseñada de forma que el equipo pueda operar con tres diferentes sensores. En los casos donde se proceda a instalar un equipo totalmente nuevo, el Roughometer III se habrá configurado de fábrica para una entrada de distancia DMI, es decir, a través de un odómetro externo. Sin embargo, si se requiere utilizar un sensor de distancia diferente, como en los casos donde se requiera realizar una conexión al odómetro del vehículo, resulta necesario modificar el módulo de interfaz para que este admita la señal deseada. A continuación, se describen los pasos a ejecutar en caso de ser necesaria una modificación de la configuración de entrada de distancia de la interfaz.

1. Retire la base del módulo de interfaz desatornillando los seis tornillos de sujeción en los extremos del componente.
2. Localice los enchufes de conexión del cable de entrada de distancia (distance sensor headers), de forma que pueda identificar la configuración que posee actualmente la entrada de la interfaz y el enchufe de conexión de interés según la nueva configuración que se desee para el equipo. Como se muestra en la **Figura 12**, se identifican los siguientes enchufes de conexión según la configuración de la entrada de distancia:
 - a. VEHICLE PULSE: Corresponde al enchufe J4 y se utiliza para admitir como entrada de distancia las señales provenientes del odómetro del vehículo.
 - b. KMI 15/1 SENSOR: Corresponde al enchufe J3 y se utiliza para admitir como entrada de distancia las señales provenientes del odómetro externo (DMI).
 - c. ROTOPULSER: Corresponde al enchufe J2 y se utiliza para admitir como entrada de distancia las señales provenientes de un codificador de eje incremental.

3. Una vez identificado el enchufe deseado para la conexión, proceda a retirar suavemente el cable interno del conector DISTANCE (distancia) del enchufe y proceda a conectarlo bajo la nueva configuración.
4. Coloque nuevamente la base del módulo de interfaz y fíjela con los seis tornillos antes retirados.

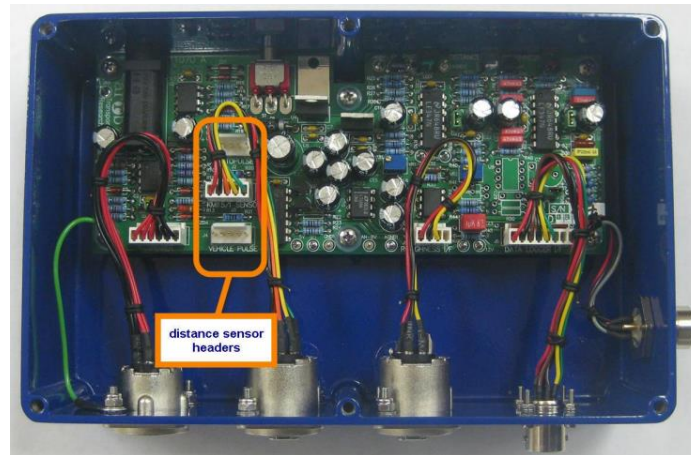


Figura 12. Configuraciones de la entrada de distancia de la interfaz.
Fuente. ARRBB Group, 2016

2.5. Receptor GPS

El equipo ARRBB Roughometer III cuenta de forma opcional con una unidad GPS que se conecta directamente al módulo de interfaz y permite geolocalizar los diferentes puntos recorridos durante la medición de regularidad. En caso de no existir una unidad GPS conectada al dispositivo, el equipo de igual forma puede realizar mediciones, mas al no existir datos GPS se inhabilita en el procesamiento de datos el mapeo de las mediciones y en los reportes no se adjuntan coordenadas asociadas a los puntos y referencias.



Figura 13. Unidad GPS GARMIN ARRBB Roughometer III.

La unidad GPS se conecta a través de una ventana o un sello de puerta a la interfaz del equipo, en el puerto destinado para conectar este componente (señalado bajo el nombre GPS), que corresponde a una conexión roscada de cinco espigas, como se muestra en la **Figura 14**. Tanto el puerto de conexión

como la terminal del cable poseen una cejilla que debe coincidir al momento de conectarlos. Una vez enlazado a la interfaz, se coloca el receptor GPS en el techo del vehículo haciendo uso de su base magnética.



Figura 14. Puerto de conexión receptor GPS en el módulo de interfaz.

2.6. Encendido del equipo

Una vez realizadas todas las conexiones al módulo de interfaz, cuyas conexiones se aprecian en la imagen inferior de la **Figura 15**, se procede a encender el equipo y realizar una serie de verificaciones primarias del estado de funcionamiento del Roughometer III.



Figura 15. Módulo de interfaz ARRB Roughometer III.

Para encender la unidad, se coloca el interruptor que se muestra en la parte superior de la **Figura 15** bajo el nombre POWER ("Energía") en la posición ON ("Encendido"). Posteriormente, se realizan las siguientes verificaciones.

- La pantalla del controlador muestra una serie de mensajes de comprobaciones de inicio, que culminan con la aparición de la pantalla New Survey ("Nueva Medición").
- El controlador ha emitido una señal de audio de dos pitidos: Indica que el controlador está listo para recopilar información.
- Luz LED verde bajo el nombre POWER ("Energía") iluminada de forma continua: Indica que el equipo se encuentra encendido y conectado a una fuente de alimentación.
- Luz LED azul bajo el nombre DISTANCE ("Distancia") iluminada parpadeando ante el desplazamiento del vehículo: Indica que existen señales transmitidas del odómetro a la interfaz.
- Luz LED roja bajo el nombre SENSOR iluminada de forma continua con el vehículo detenido y parpadeando ante el desplazamiento del vehículo: Indica que existen señales transmitidas del acelerómetro a la interfaz.

3. Configuración básica del equipo previo al levantamiento de información

3.1. Menú de opciones del usuario

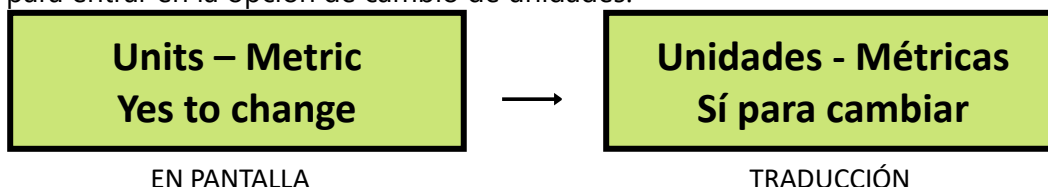
Una vez el controlador haya realizado una serie de comprobaciones posteriores al encendido del equipo, este mostrará una lista de opciones dentro de un menú cíclico. En total, el controlador cuenta con 10 elementos dentro de su menú, cuyas funciones van desde la selección de las unidades de medición y la configuración de hora y fecha para los registros de datos, hasta la calibración de componentes y el desarrollo de una nueva medición. Las diferentes opciones del menú y su utilidad se detallan a través del presente manual, sin embargo, se presenta a continuación una lista de los elementos que se facilitan al usuario del equipo.

- **New Survey** ("Nueva Medición")
- **Memory Available** ("Memoria Disponible")
- **Calibrate Accelerometer Sensor** ("Calibrar Acelerómetro")
- **Calibrate Distance Sensor** ("Calibrar Sensor de Distancia")
- **Diagnostics** ("Diagnóstico")
- **Speed** ("Velocidad")
- **Units** ("Unidades")
- **Lead-in setting** ("Ajuste de la Distancia de Entrada")
- **Survey beep** (Activar o desactivar sonido de indicación durante las mediciones)
- **Date** ("Fecha")
- **Time** ("Hora")

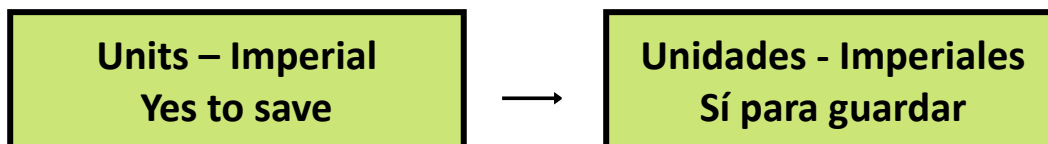
3.2. Configuración de las unidades de medida

El controlador del equipo ARRB Roughometer III puede configurarse para mostrar las distancias de medición en unidades del SI (kilómetros) o bien en unidades imperiales (millas). Para realizar un cambio entre estas se debe seguir el procedimiento descrito a continuación.

1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Units** ("Unidades"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en la opción de cambio de unidades.



2. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione las unidades entre métricas e imperiales según corresponda. Para este ejemplo se seleccionan las unidades imperiales, sin embargo, se recomienda mantener las unidades métricas para la recolección de datos y calibración de sensores.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

3. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para cambiar de unidades a las seleccionadas o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) para mantener las unidades actuales en el equipo. De confirmarse el cambio de las unidades, el proceso tardará varios segundos en completarse y luego el controlador volverá a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").

3.3. Configuración de la fecha y hora

3.3.1. Fecha

Para la comprobación de la fecha registrada en el controlador del equipo y su modificación, se debe seguir el procedimiento descrito a continuación.

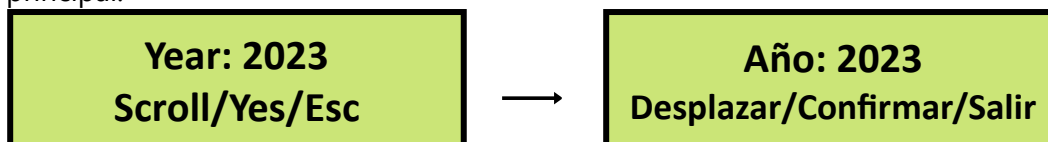
1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Date** ("Fecha"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en la opción de cambio de fecha o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si realizó una comprobación y no se necesita realizar una modificación de la fecha.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

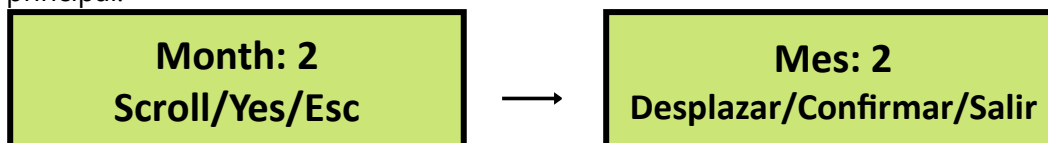
2. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione el año deseado para la nueva fecha. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para realizar el cambio de año o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si no se necesita realizar una modificación de la fecha y desea volver al menú principal.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

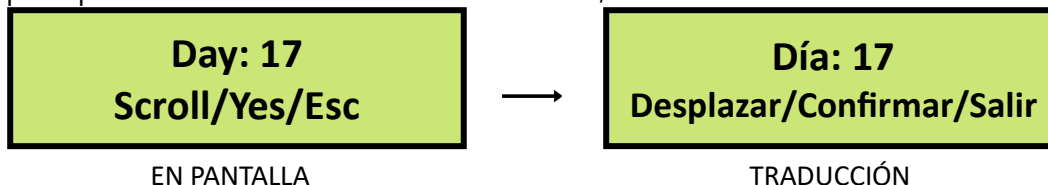
3. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione el mes deseado para la nueva fecha. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para realizar el cambio de mes o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si no se necesita realizar una modificación de la fecha y desea volver al menú principal.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

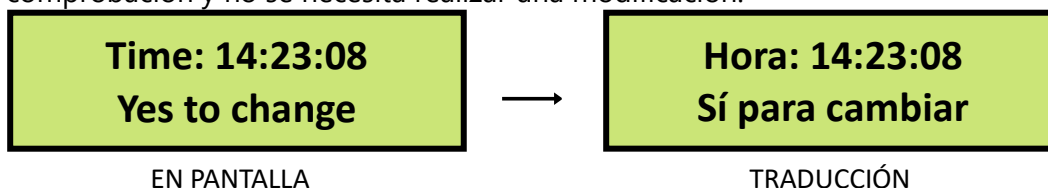
- Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione el día deseado para la nueva fecha. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para realizar el cambio de día o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si no se necesita realizar una modificación de la fecha y desea volver al menú principal. Una vez culminado el cambio de día, la fecha se habrá actualizado.



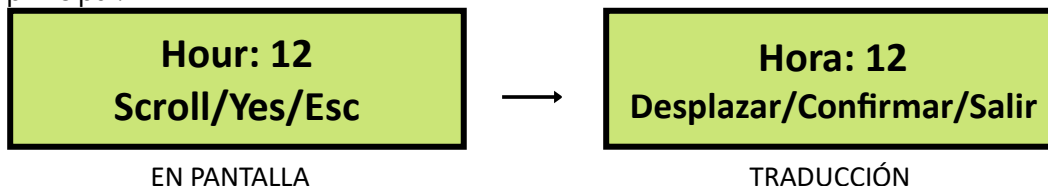
3.3.2. Hora

Siguiendo un proceso análogo al de la modificación de fecha, para la comprobación de la hora registrada en el controlador del equipo y su modificación, se debe seguir el procedimiento descrito a continuación.

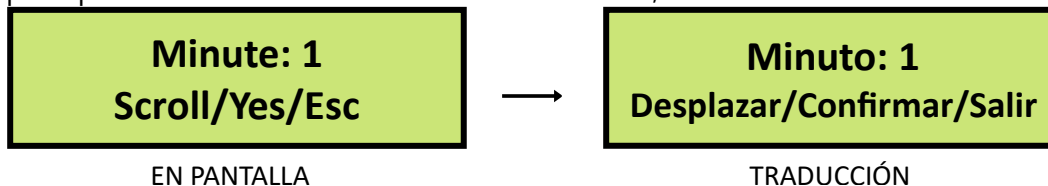
- Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Time** ("Hora"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en la opción de cambio de hora o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si realizó una comprobación y no se necesita realizar una modificación.



- Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione la hora deseada en el formato de 24 horas. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para realizar el cambio de la unidad hora o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si no se necesita realizar una modificación y desea volver al menú principal.



- Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione el minuto deseado para la nueva hora. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para realizar el cambio de minuto o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si no se necesita realizar una modificación de la hora y desea volver al menú principal. Una vez culminado el cambio de minuto, la hora se habrá actualizado.



4. Calibración del sistema

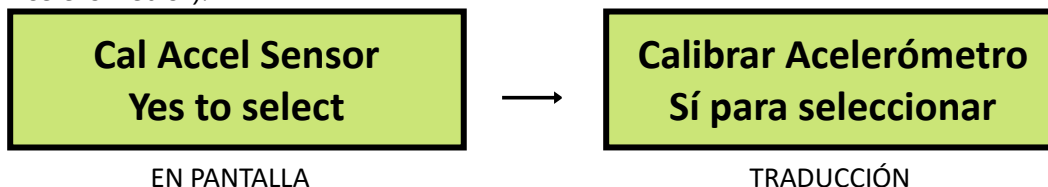
Previo al desarrollo de un levantamiento, resulta necesario calibrar los dispositivos que recopilan los datos a partir de los cuales se obtiene la información relativa a la regularidad del perfil medido. La calidad de los datos recopilados, esto en cuanto a su precisión y exactitud, dependerá de estas calibraciones, de forma que los procedimientos descritos a continuación deben seguirse cuidadosamente.

4.1. Calibración del acelerómetro

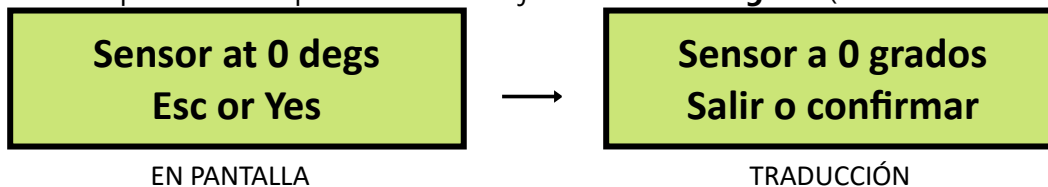
Cuando se instala correctamente y se mantiene calibrado, el acelerómetro lineal provisto como parte del equipo Roughometer III permite medir con precisión el movimiento vertical inducido por el perfil de la superficie sujeta a medición sobre el vehículo a medida que circula sobre esta. El proceso de calibración de este componente supone medir la salida del acelerómetro en su orientación normal y de forma invertida, siguiendo el proceso que se describe a continuación.

OBSERVACIÓN: Al ser un proceso de calibración interna, como resultado se obtendrá un factor de calibración del acelerómetro que será almacenado en el controlador y se aplicará en las mediciones que se lleven a cabo posteriormente. Lo anterior supone que, si se utiliza un controlador diferente, se debe realizar nuevamente el proceso de calibración. La calibración aplica únicamente al vehículo sobre el cual se realiza el procedimiento.

1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Calibrate Accelerometer Sensor** ("Calibrar Acelerómetro").



2. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en el modo de calibración del sensor, a lo que deberá aparecer en la pantalla el mensaje **Sensor at 0 degrees** ("Sensor orientado a 0 grados").



3. Coloque el sensor contra una superficie vertical, como lo puede ser una pared, de forma que la flecha de referencia impresa sobre su cara frontal se encuentre apuntando hacia abajo, como se muestra en la **Figura 16**. Manteniéndolo en esta posición, presione el botón **YES** (Sí/Confirmar), a lo que procederá a aparecer en la pantalla la lectura continua de la salida del acelerómetro. Ajuste la orientación vertical del sensor para obtener la máxima lectura de voltaje, luego presione nuevamente el botón **YES** (Sí/Confirmar).

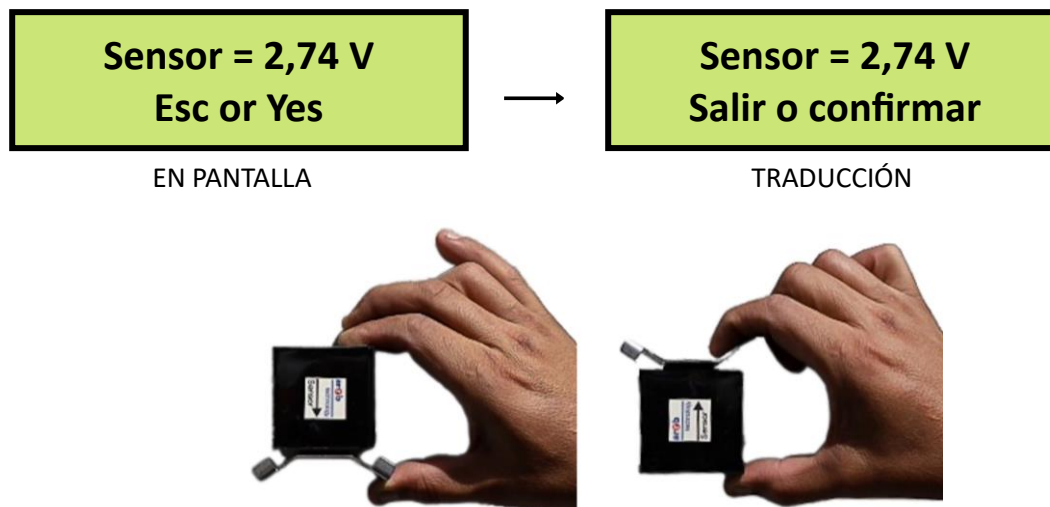
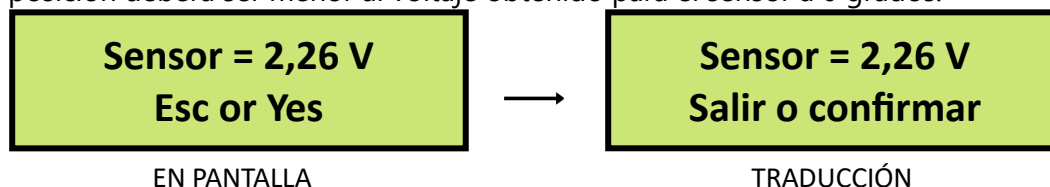
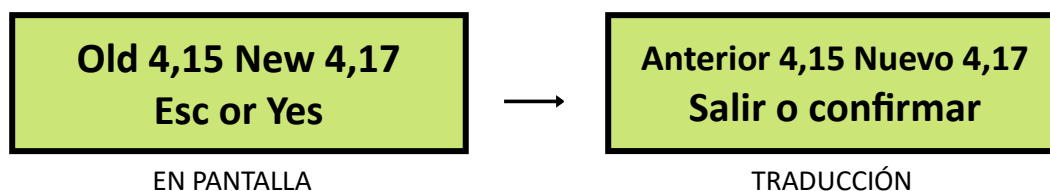


Figura 16. Disposición del acelerómetro para el proceso de calibración.

4. En pantalla se mostrará ahora el mensaje **Rotate 180 degrees** ("Rote 180 grados el sensor"), proceda a rotar el sensor de forma que la flecha de referencia apunte hacia arriba esta vez, como se muestra en la segunda imagen de la **Figura 16**, luego presione el botón **YES** (Sí/Confirmar). Ajuste la orientación vertical del sensor para obtener la mínima lectura de voltaje, luego presione nuevamente el botón **YES** (Sí/Confirmar). Cabe resaltar que lectura de voltaje del sensor en esta posición deberá ser menor al voltaje obtenido para el sensor a 0 grados.



Al seguir el proceso anterior, se mostrarán en pantalla los valores anterior y nuevo del factor de calibración del sensor. Estos valores varían en función de las unidades seleccionadas para el equipo, pues la unidad de calibración corresponde a g/V (unidades de gravedad por voltaje), sin embargo, típicamente se encuentran cerca de **4,17** ($\pm 2,5\%$). En los casos donde el nuevo valor difiera considerablemente del anterior, supere un valor de 4,27 (+2,5% del valor de referencia) o se encuentre por debajo de 4,06 (-2,5% del valor de referencia), pulse el botón **ESC** (Escape/Salir) y repita el procedimiento.



Si el valor nuevo es aceptable, presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) y se actualizará en el controlador el nuevo parámetro de calibración del acelerómetro. Este proceso tardará varios segundos en completarse y luego el controlador volverá a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").

OBSERVACIÓN: Si el valor de calibración permanece fuera de los valores recomendados o no es repetible, podría existir una falla en el equipo.

4.2. Calibración del odómetro (señal de distancia propia del vehículo o DMI)

La precisión sobre las medidas de distancia recorrida, y el efecto que posee esta sobre los resultados relativos a la regularidad de la superficie medida, dependen directamente de la calibración de las señales de distancia que obtiene la interfaz, independientemente del sensor de distancia utilizado. La calibración de la señal de distancia depende de factores como el tipo de sensor, el tipo de vehículo, el diámetro de la rueda y la presión de los neumáticos. Lo anterior supone que una vez calibrada la señal de distancia, estas variables deben mantenerse tal y como estaban al momento de la calibración para asegurar la precisión de las lecturas.

OBSERVACIÓN: Al ser un proceso de calibración interna, como resultado se obtendrá un factor de calibración del odómetro que será almacenado en el controlador y se aplicará en las mediciones que se lleven a cabo posteriormente. Lo anterior supone que, si se utiliza un controlador diferente, se debe realizar nuevamente el proceso de calibración. La calibración aplica únicamente al vehículo sobre el cual se realiza el procedimiento.

La calibración de la señal de distancia se realiza conduciendo el vehículo con el equipo instalado sobre una pista marcada y medida, cuya longitud sea conocida y sirva como referencia para el proceso. De acuerdo con ARRB Group, las pistas de calibración pueden tener longitudes entre los 100 metros y los 2000 metros, esto contemplando que la distancia recorrida por el vehículo puede encontrarse dentro de este rango en incrementos de 100 metros. Cabe resaltar que, en general, una mayor longitud de pista produce una calibración más precisa.



Figura 17. Delimitación de los puntos inicial y final de la pista de medición para la calibración del DMI.

A continuación, se presenta la secuencia de pasos a seguir para llevar a cabo el proceso de calibración de la señal de distancia, el cual aplica tanto para la calibración del odómetro externo (DMI) como para el odómetro del vehículo.

OBSERVACIÓN: La calibración del vehículo se debe realizar conduciendo este en línea recta, preferiblemente sobre una superficie plana o de baja pendiente. Lo anterior debe considerarse al seleccionar y delimitar la pista de calibración.

1. Seleccione el sitio de calibración y delimite el punto de comienzo y punto final de la pista, contemplando una longitud total múltiplo de 100 metros y dentro de los límites antes descritos.
2. Posicione el vehículo en el marcador de inicio de la pista de calibración y, utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Calibrate Odometer Sensor** ("Calibrar Odómetro").

Cal Odo Sensor
Yes to select

EN PANTALLA



Calibrar Odómetro
Sí para seleccionar

TRADUCCIÓN

3. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar en el modo de calibración del sensor, a lo que deberá aparecer en la pantalla el mensaje **Calibration Distance** ("Distancia de Calibración"), junto con el valor numérico a seleccionar en función de la longitud de la pista. De ser necesario, utilice los botones de desplazamiento para ajustar la distancia según se desee, posteriormente presione el botón **YES** (Sí/Confirmar).

Cal. Distance
200m Scroll/Yes

EN PANTALLA



Distancia de Calibración
200m Desplazar/Confirmar

TRADUCCIÓN

4. Una vez configurada la distancia de calibración, aparecerá en pantalla el mensaje **At start point** ("En el punto de inicio"). Presione el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para iniciar con la calibración y proceda a conducir el vehículo a lo largo de la pista de calibración a una velocidad constante. Asegúrese de que las ruedas del vehículo se muevan tan rectas como sea práctico. En este punto, la distancia recorrida se mostrará en pantalla como resultado de la señal del odómetro sujeto a la calibración.

At start point
Press start

EN PANTALLA



En el punto de inicio
Presione comenzar

TRADUCCIÓN

5. Disminuya la velocidad del vehículo conforme se acerque al final de la pista de calibración. Detenga el vehículo precisamente en la marca del punto final y presione el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para detener la medición de calibración de distancia.

Distance xxx
Stop at end

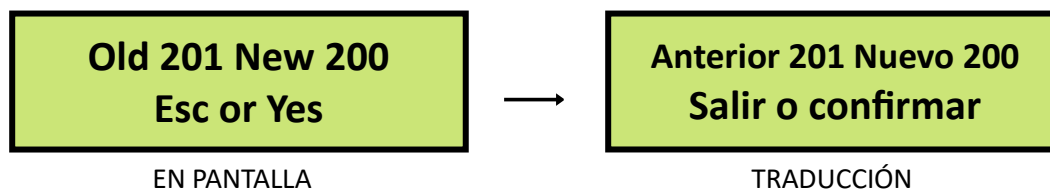
EN PANTALLA



Distancia xxx
Detener al final

TRADUCCIÓN

Al seguir el proceso anterior, se mostrarán en pantalla los valores anterior y nuevo del factor de calibración del sensor de distancia. Si no se ha cambiado el sensor, los valores deben ser cercanos entre sí. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para almacenar el nuevo factor de calibración de distancia. Este proceso tardará varios segundos en completarse y luego el controlador volverá a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").



En este ejemplo, la distancia de calibración corresponde a 200 metros y el nuevo valor de calibración es, por definición, 200. Haciendo uso del valor de calibración anterior, la distancia recorrida se ha calculado como 201 metros.

OBSERVACIÓN: Presione el botón **ESC** (Escape/Salir) si el nuevo valor de calibración no debe de almacenarse. Lo anterior si, por ejemplo, existió una desviación de la ruta real a seguir por un mal posicionamiento del vehículo al inicio o al final del recorrido, así como si los valores anterior y nuevo varían considerablemente entre sí. En estos casos se recomienda repetir el proceso de calibración.

5. Levantamientos de información de regularidad superficial

5.1. Operación básica del equipo para el levantamiento de información

Durante el levantamiento de información, el controlador proporciona en su pantalla retroalimentación al operador, mientras que a través de su botonera permite ejecutar funciones como introducir puntos de referencia para delimitar secciones de medición y ubicar singularidades que influyan sobre la regularidad de puntos específicos del camino. Las acciones específicas de los botones del controlador una vez iniciado el modo de medición se detallan a continuación.

- **ESC** (Escape/Salir): Permite abortar la medición y volver al menú principal del controlador. En caso de abortar una evaluación, los datos recabados durante la corrida no se almacenarán en el dispositivo.
- **YES** (Sí/Confirmar): Permite marca puntos de referencia durante la medición y delimitar la distancia de entrada del levantamiento (**lead in**), en caso de encontrarse activada dentro de la configuración del sistema esta opción (ver **Sección 6.1.2.**).
- **Star/Stop** (Iniciar/Detener): Permite marcar el inicio de una medición y culminar la recolección de datos al concluir el recorrido del camino sujeto a estudio.
- Botones de desplazamiento (**A y B**): Los botones de desplazamiento permiten marcar eventos, conocidos a nivel técnico como singularidades, que se ubiquen durante la medición. El fabricante recomienda utilizar el botón A para marcar singularidades permanentes en el camino, como lo pueden ser reductores de velocidad, juntas, tapas de alcantarilla y otras estructuras consistentes que se identifiquen en el camino. Por otro lado, se sugiere reservar el botón B para marcar singularidades que incidan temporalmente sobre la regularidad del camino, como lo pueden ser intervenciones de la vía, colocación de equipos misceláneos u objetos en el camino, o bien, para marcar un desvío de la línea de medición, en caso de realizar evaluaciones repetitivas, al encontrarse con vehículos detenidos en el camino o algún otro obstáculo que imposibilite transitar por la línea deseada.

5.2. Consideraciones para los levantamientos

5.2.1. Secciones

El controlador del equipo ARRB Roughometer III interpreta las secciones como aquellos tramos de medición entre puntos de referencia. El ejemplo más básico de una sección corresponde a una medición sin referencias anotadas durante la recolección de información, de forma que comprende del punto de inicio al punto final del tramo medido, como se observa en la **Figura 18**.

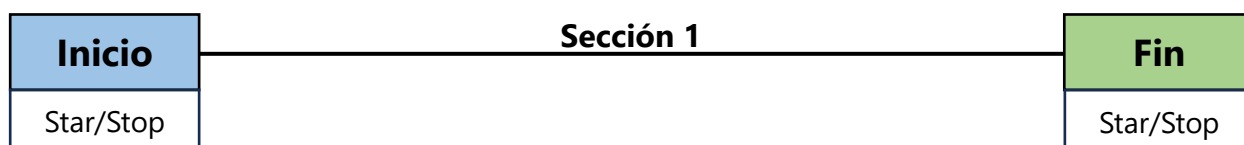


Figura 18. Esquema de levantamiento de una sola sección.

5.2.2. Puntos de referencia

Existen casos donde se deben discretizar varias secciones a lo largo del levantamiento de información, esto según las necesidades de la evaluación y del análisis de los datos. El equipo ARRB Roughometer III reconoce una transición de sección en el sitio donde el operador introduzca un punto de referencia con el controlador durante el levantamiento. La **Figura 19** muestra el esquema de un levantamiento de tres secciones.

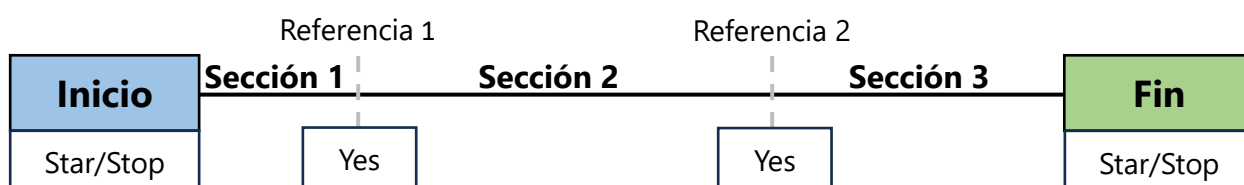


Figura 19. Esquema de levantamiento de tres secciones.

5.2.3. Singularidades

El esquema de la **Figura 20** presenta la inclusión de eventos permanentes y temporales que inciden sobre la regularidad de la vía y deben registrarse durante la ejecución del levantamiento de datos.

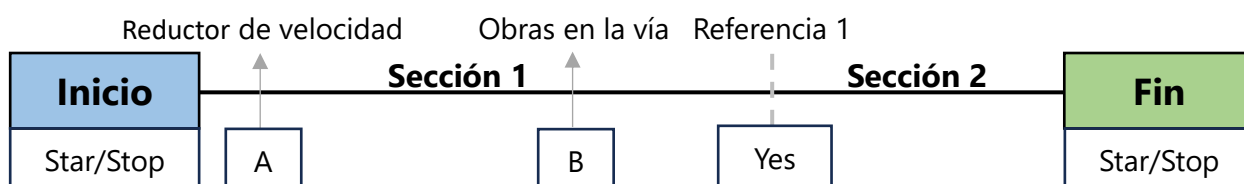


Figura 20. Esquema de levantamiento de dos secciones con dos eventos.

5.2.4. Lead in y Lead out (Distancias de entrada y salida del levantamiento)

ARRB recomienda incluir dentro del levantamiento de datos una sección de entrada y salida al tramo de interés, esto con la finalidad de optimizar la precisión de los resultados. En primera instancia, el lead in o distancia de entrada permite que el algoritmo de procesamiento del Roughometer III prepare el filtrado numérico con algunos datos históricos recabados previo a la primera sección de interés. Por su parte, American Society for Testing and Materials (ASTM) señala en el estándar E950 que la distancia de entrada o inicialización debe ser de al menos 150 m, o bien, la mínima indicada por el fabricante del equipo utilizado para la medición del perfil.

Por otro lado, el lead out o distancia de salida permite mejorar el procesamiento de los datos hacia el final del levantamiento. ARRB Group recomienda como mínimo una distancia de entrada y de salida de 50 metros, siempre que sea posible. La **Figura 21** muestra el esquema de un levantamiento con secciones de entrada y salida.

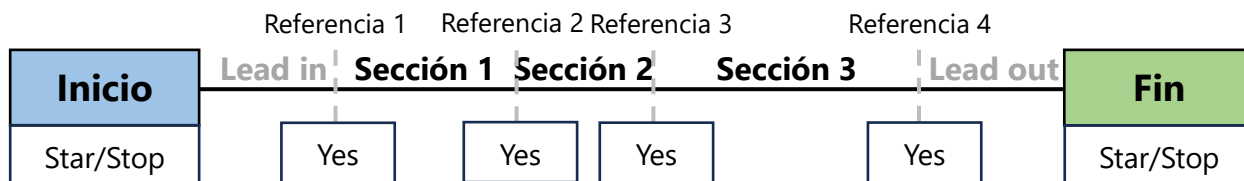


Figura 21. Esquema de levantamiento de tres secciones.

5.2.5. Distancia y subdistancia

Durante un levantamiento, el controlador del Roughometer III brinda retroalimentación al operador a través de su pantalla y mediante una luz LED de color azul que parpadea para indicar que se están registrando pulsos provenientes de las señales que envía el acelerómetro a la interfaz. En cuanto a la información desplegada en su pantalla, el controlador muestra la distancia y subdistancia registrada de forma continua durante el levantamiento.

Dist 1,253 km
Sub 0,608 km

El valor que se muestra en la parte superior de pantalla (**Dist**) corresponde a la distancia total recorrida durante el levantamiento, mientras que el valor (**Sub**) corresponde a la distancia recorrida desde el último punto de referencia, también conocida como subdistancia de medición. La **Figura 22** muestra el esquema de un levantamiento con distancia de entrada (lead in), esto en cuanto a respecta a la definición de la distancia y subdistancia recorrida.

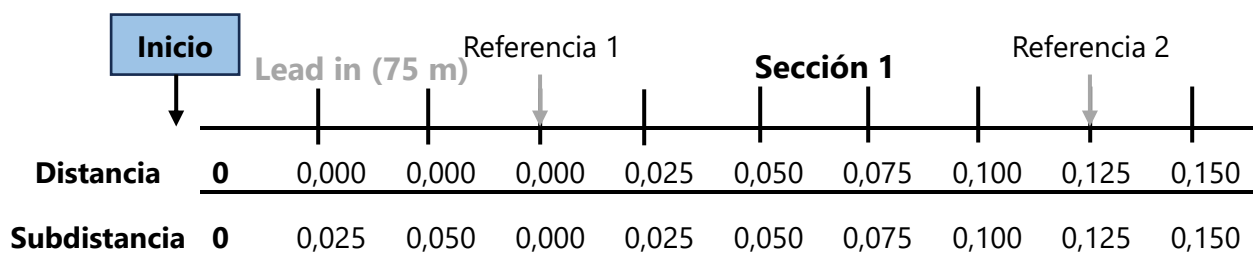
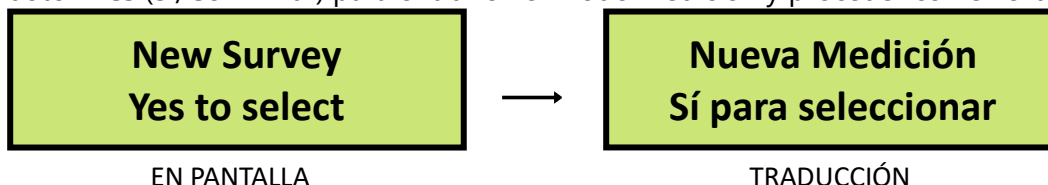


Figura 22. Esquema de distancia y subdistancia para un levantamiento con lead in.

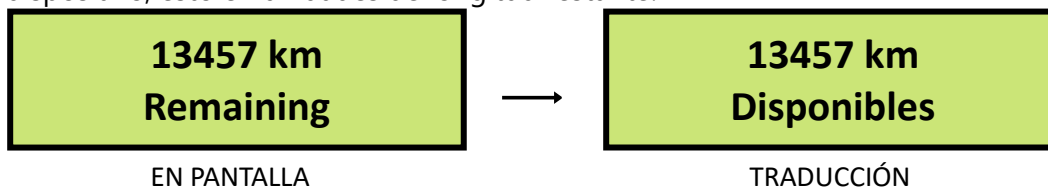
5.3. Realización de un levantamiento

A continuación, se presenta una descripción secuencial básica del procedimiento necesario para realizar un levantamiento o medición de regularidad con el equipo ARRB Roughometer III. Algunos de los pasos u operaciones seguidamente indicados pueden repetirse u omitirse según la configuración que se dé al tramo de medición, de forma que la siguiente lista representa un recurso de referencia y no la estructura típica de un levantamiento.

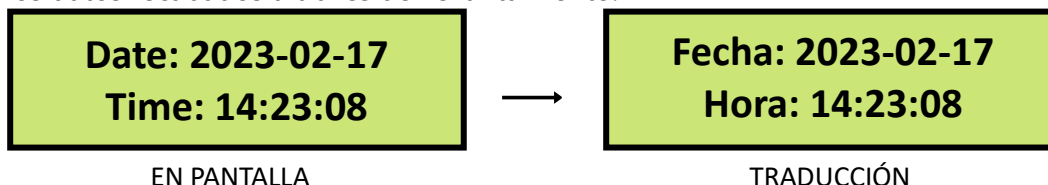
1. Primeramente, al encender el dispositivo o después de presionar el botón **ESC** (Escape/Salir), se mostrará en la pantalla del controlador la opción **New Survey** ("Nueva Medición"). Presione el botón **Yes** (Sí/Confirmar) para entrar en el modo medición y proceder con el levantamiento.



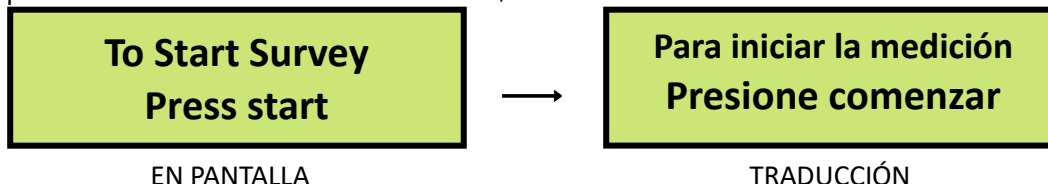
2. Una vez en el modo de medición, la pantalla mostrará brevemente la memoria disponible en el dispositivo, esto en unidades de longitud restante.



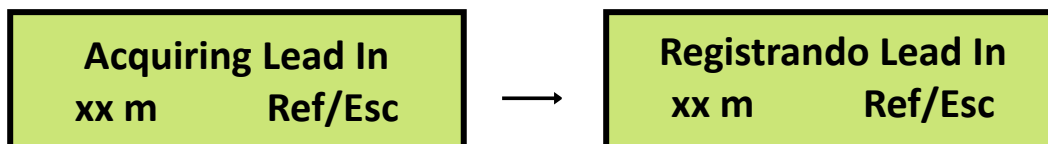
3. Posteriormente, se mostrará la fecha y hora bajo la cual se registrará el archivo que contendrá los datos recabados a través del levantamiento.



4. Seguido de las pantallas informativas, el controlador pasará a presentar en pantalla el mensaje **To Start Survey** ("Comenzar Medición"). En este punto, presione el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para comenzar el levantamiento. En caso de tener activada la opción de **Lead in** ("Distancia de entrada"), presione el botón **Star/Stop** aproximadamente 50 metros antes del punto de inicio de la sección a evaluar, como mínimo.



5. Si la opción de **Lead in** está activada, una vez presionado el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) se mostrará la distancia de entrada recorrida, para la cual se adquieren datos históricos de la superficie previo al primer punto de referencia que delimita el tramo a evaluar.



EN PANTALLA

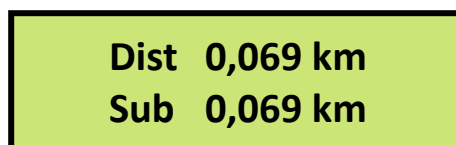
TRADUCCIÓN

6. Al alcanzar el primer punto de referencia, marque el final del **lead in** ("distancia de entrada") introduciendo la Referencia 1 al pulsar el botón **Yes** (Sí/Confirmar). La pantalla mostrará brevemente la identificación del punto de referencia y posteriormente, presentará una pantalla con la distancia y subdistancia recorridas, la cual se actualiza constantemente para retroalimentar al controlador sobre el desarrollo del levantamiento.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN



7. Durante el levantamiento, se pueden introducir otros puntos de referencia que permitan delimitar secciones. Para esto, se debe pulsar el botón **Yes** (Sí/Confirmar) en el controlador, a lo que se procederá a mostrar brevemente en pantalla el número de referencia y la subdistancia a partir de este punto, parámetro que se reinicia con cada punto introducido.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

8. Los eventos o singularidades se introducen a través de los botones **A** y **B**, esto siguiendo la convención antes mencionada para eventos permanentes y temporales. Luego de introducir un evento, la pantalla del controlador muestra el número de evento contabilizado de acuerdo con el tipo y la subdistancia a la que fue registrado.

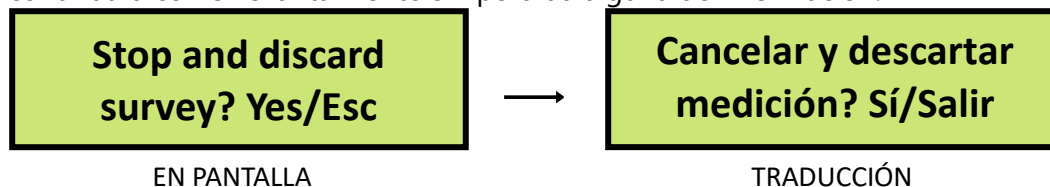


EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

9. Para concluir un levantamiento, presione nuevamente el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener), a lo que el controlador procederá a finalizar la medición y presentará nuevamente la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición"). En la medida de lo posible, finalice el levantamiento de información como mínimo 50 metros después del último punto de referencia que delimita el tramo de medición, para proveer al equipo de un **Lead out** (datos de distancia de salida).
10. En caso de querer cancelar un levantamiento, presione el botón **ESC** (Escape/Salir) en cualquier momento dentro del modo de recolección de información, posteriormente presione el botón

Yes (Sí/Confirmar) para descartar la medición, de forma que no se almacenarán los datos recabados hasta el momento de la cancelación del levantamiento. Para continuar con la evaluación y no descartar los datos, presione nuevamente el botón **ESC** (Escape/Salir), a lo que el controlador procederá a presentar nuevamente la pantalla de recolección de datos y continuará con el levantamiento sin pérdida alguna de información.



5.4. Consideraciones importantes para el levantamiento de información

- Para mejorar la precisión y garantizar la repetibilidad de los resultados, resulta pertinente mantener una velocidad de medición constante. La velocidad real del estudio dependerá de las condiciones de la superficie a evaluar y la geometría de la vía, sin embargo, se recomienda mantener velocidades entre **40 km/h** y **60 km/h** durante los levantamientos. De acuerdo con ARRB Group, este rango de velocidades ha demostrado brindar los mejores resultados, siendo prácticamente independientes de la dinámica del vehículo.
- La velocidad de circulación en los levantamientos debe ser superior a **25 km/h**, que corresponde a la velocidad mínima a la cual el equipo puede compensar la pérdida de sensibilidad del acelerómetro derivada de una mayor inercia de la dinámica del vehículo a través del sistema de suspensión. Una velocidad inferior a **25 km/h** puede generar resultados de regularidad significativamente alejados de los valores reportados dentro del rango de medición recomendado, esto sin importar cuán irregular sea el camino y no únicamente en superficies relativamente planas o altamente regulares.
- Para superficies pavimentadas, una velocidad de circulación de hasta 70 km/h suele ser aceptable para los levantamientos.
- Al comienzo de un levantamiento de información, el conductor del vehículo debe alcanzar la velocidad definida para la medición antes de presionar el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener) para comenzar a recolectar datos. De igual forma, al momento de finalizar la de la medición el vehículo aún se debe desplazar a la velocidad definida al momento de presionar el botón **Star/Stop** (Iniciar/Detener).
- Inevitablemente, se pueden presentar situaciones durante los levantamientos en las cuales el conductor deberá reducir la velocidad para poder realizar un giro o para adaptarse a las condiciones del tráfico. El software de procesamiento de datos tiene la capacidad de detectar estas ocurrencias y compensarlas, para así garantizar que los resultados de baja velocidad no influyan en los resultados válidos del resto de la evaluación.

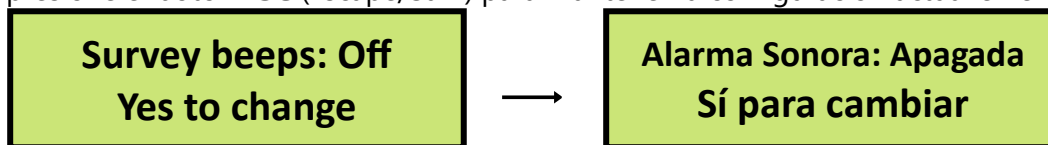
6. Funciones complementarias

6.1. Configuración de opciones complementarias

6.1.1. Selección de alarma de sonido

El controlador puede configurarse para emitir una alarma sonora conforme se progresa en el desarrollo del levantamiento. En este caso, el dispositivo emite un pitido cada 100 metros recorridos en el modo de medición, de forma que el operador tenga otra forma de retroalimentación durante la evaluación. Para configurar la alarma sonora siga los siguientes pasos.

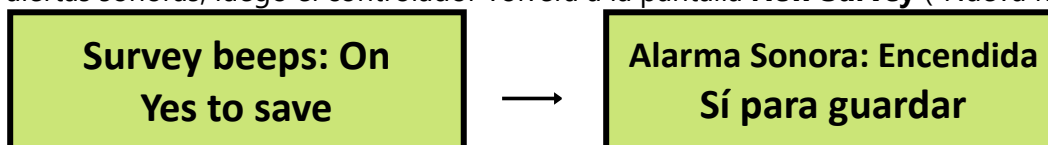
1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Survey beeps** ("Alerta sonora"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para cambiar entre las opciones **On** y **Off** ("Encendido y Apagado") o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) para mantener la configuración actual en el equipo.



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

2. Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para cambiar a la configuración seleccionada para las alertas sonoras, luego el controlador volverá a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").



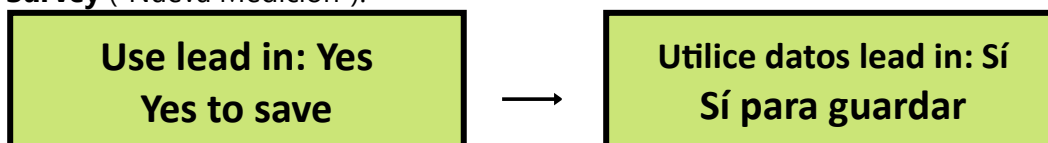
EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

6.1.2. Configuración del Lead in ("Distancia de entrada")

Para activar y desactivar la función de registro de datos de distancia de entrada o lead in, se deben seguir los siguientes pasos.

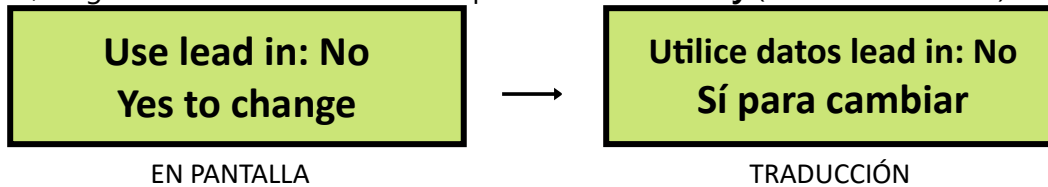
1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Lead in** ("Distancia de entrada"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para cambiar entre las opciones **Yes** y **No** ("Sí y No") o bien presione el botón **ESC** (Escape/Salir) para mantener la configuración actual en el equipo y volver a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").



EN PANTALLA

TRADUCCIÓN

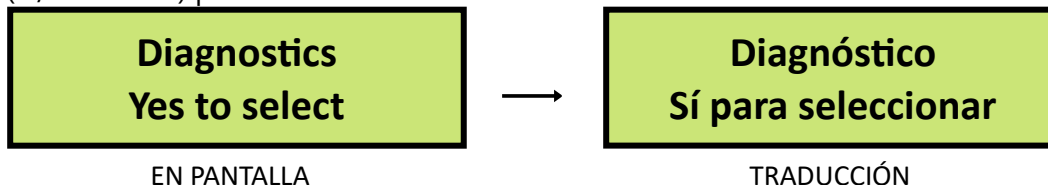
- Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para cambiar a la configuración seleccionada para el **Lead in**, luego el controlador volverá a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").



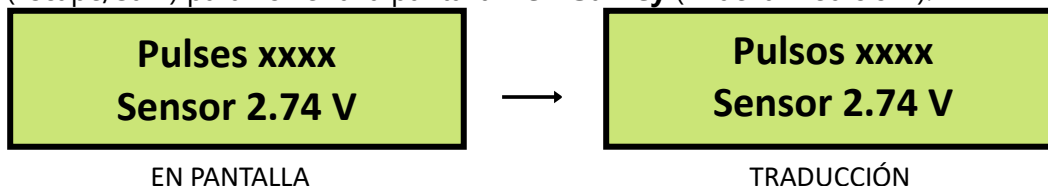
6.1.3. Verificación de las entradas de distancia y regularidad

Antes de comenzar un levantamiento o un día de mediciones, resulta prudente revisar los pulsos de distancia y la entrada de regularidad proveniente de la señal del acelerómetro. Para esto, siga los pasos que se presentan a continuación.

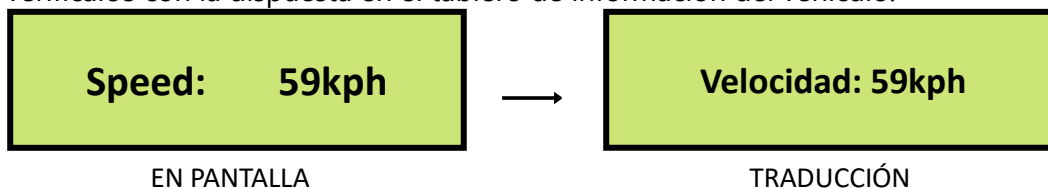
- Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Diagnostics** ("Diagnóstico"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para entrar dentro del modo de verificación de la señal de los sensores.



- La pantalla del controlador mostrará los pulsos o cuentas del sensor de distancia y la señal de voltaje del acelerómetro. Cuando el vehículo se encuentra estacionario, los pulsos del sensor de distancia deberían ser iguales a cero, mientras que conforme este se mueva deberán incrementar, esto en función de la velocidad. Por su parte, en condición estacionaria, el voltaje proveniente del acelerómetro deberá ser máximo, es decir, un valor cercano a 2,74 V. Presione el botón **ESC** (Escape/Salir) para volver a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").



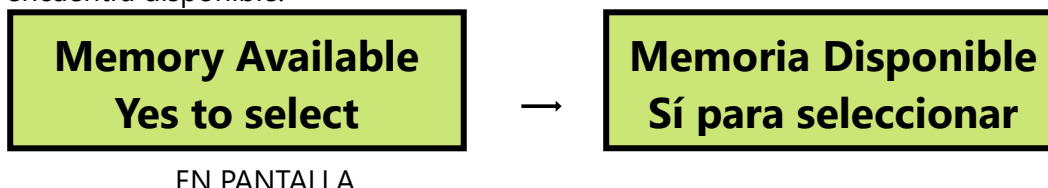
- Cuando el vehículo se encuentre en movimiento, se puede verificar la entrada de distancia a través de la opción **Speed** ("Velocidad") presentada dentro de los elementos del menú del controlador. La velocidad de circulación del vehículo deberá presentarse con precisión y podrá verificarse con la dispuesta en el tablero de información del vehículo.



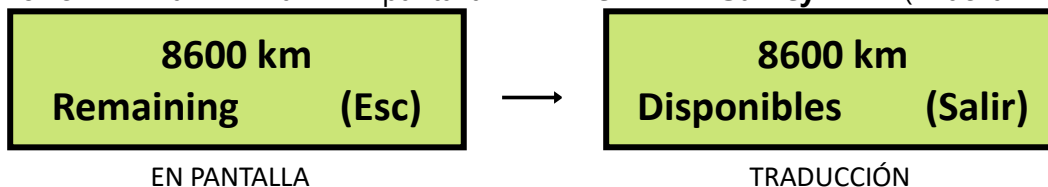
6.1.4. Verificación de la memoria disponible

Para determinar la cantidad de memoria disponible para almacenar datos en el controlador, siga los siguientes pasos.

1. Utilizando los botones de desplazamiento, seleccione dentro del menú de opciones del usuario que ofrece el controlador el elemento **Memory Available** ("Memoria Disponible"). Presione el botón **YES** (Sí/Confirmar) para desplegar cuántos kilómetros o longitud de almacenamiento se encuentra disponible.



2. Una vez revisada la disponibilidad de almacenamiento, presione el botón **ESC** (Escape/Salir) volver a la pantalla **New Survey** ("Nueva Medición").

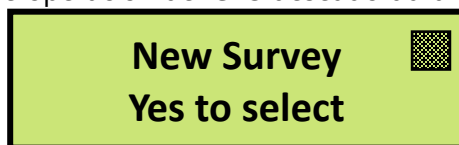


6.1.5. Verificación del estatus del GPS

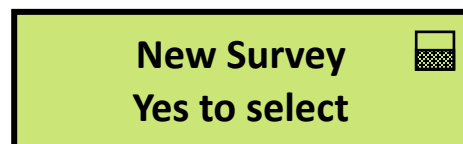
El estatus de la señal GPS se muestra en la esquina superior derecha de la pantalla principal del menú del controlador, **New Survey** ("Nueva Medición"), así como en la pantalla desplegada durante el desarrollo de los levantamientos. Cabe resaltar que la entrada del GPS está compuesta de información relativa a puntos de ubicación fijos en el espacio y una señal de pulsos por segundo (PPS) utilizada durante la adquisición de datos.

Si el GPS no se encuentra conectado o por alguna otra razón la interfaz no recibe su señal, la esquina superior de la pantalla no mostrará ningún indicador. En otros casos, se pueden presentar los siguientes indicadores para la entrada de GPS.

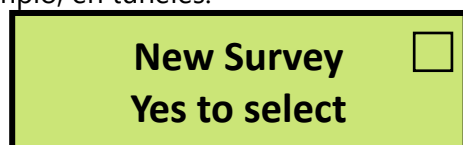
- Cuando el controlador este recibiendo de la interfaz posiciones GPS y la señal PPS, se mostrará un **cuadrado** en la esquina de la pantalla que parpadea una vez por segundo. Este indicador representa el modo de operación del GPS deseado durante los levantamientos.



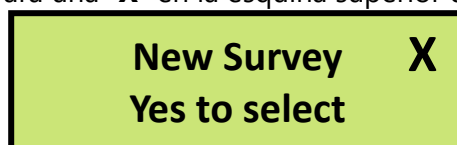
- Cuando el controlador reciba señales de GPS, mas no una señal PPS, se desplegará en la pantalla un **cuadro relleno hasta la mitad** de su área, el cual también parpadea una vez por segundo. Según señala ARRB Group, típicamente estos casos suponen un daño en alguno de los cables que conectan la unidad GPS a la interfaz del Roughometer III.



- Cuando el controlador no reciba señales GPS y tampoco PPS, se muestra en la pantalla un **cuadro vacío**. La principal causa de esta situación, según indica el fabricante del equipo, corresponde a interrupciones en la señal de los satélites, ya sea por problemas con la cobertura o por la obstrucción, por ejemplo, en túneles.



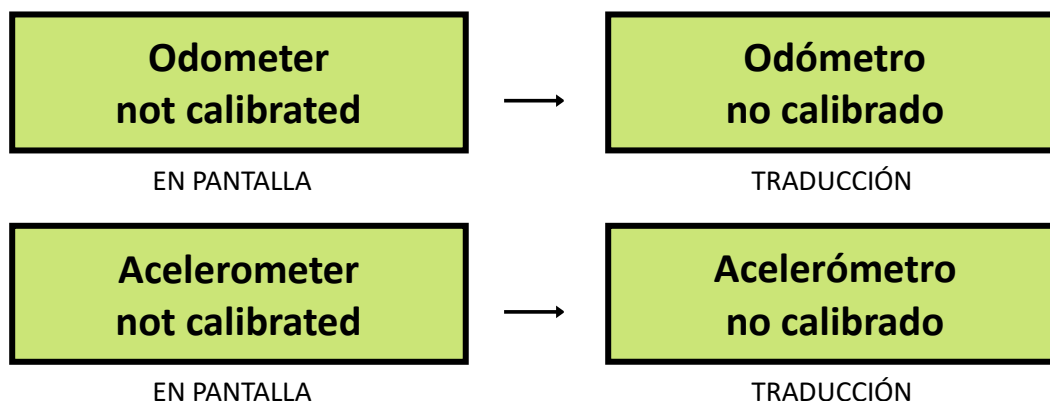
- Cuando el controlador reciba datos incorrectos por parte del receptor GPS, como registros incompletos, se mostrará una "X" en la esquina superior de la pantalla.



6.2. Mensajes de error

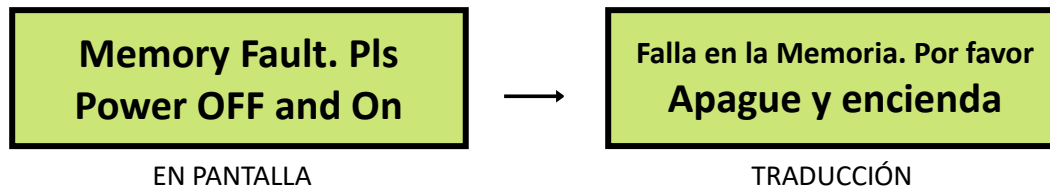
6.2.1. Errores de calibración

Si el equipo identificase algún error con la calibración de los sensores, sea el de distancia o el de aceleración vertical, alguno de los siguientes mensajes se desplegaría en pantalla por aproximadamente un segundo, seguido de seis alertas sonoras tipo pitidos. Proceda a calibrar el sensor que presenta el error, siguiendo el proceso correspondiente (ver **Sección 4**).



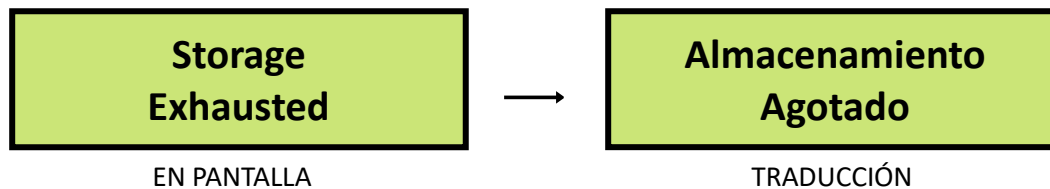
6.2.2. Errores de memoria

Cuando exista algún problema para verificar la memoria disponible en el controlador, se desplegará el siguiente mensaje en la pantalla.



Siga las instrucciones mostradas (apague y vuelva a encender el controlador). Luego, el controlador realizará un ciclo a través de las comprobaciones de inicio y los mensajes correspondientes. Si la falla persiste, comuníquese con el fabricante (ARRB Group) para obtener servicio.

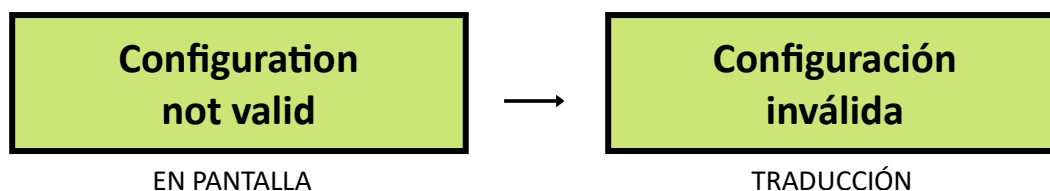
En el caso de que la cantidad de memoria libre sea inferior a 500 KB, el levantamiento de información se detendrá y la pantalla mostrará el siguiente mensaje durante cinco segundos, acompañado por cuatro alertas de pitido. Cabe resaltar que los datos recabados hasta el momento del agotamiento del almacenamiento se guardan en el dispositivo.



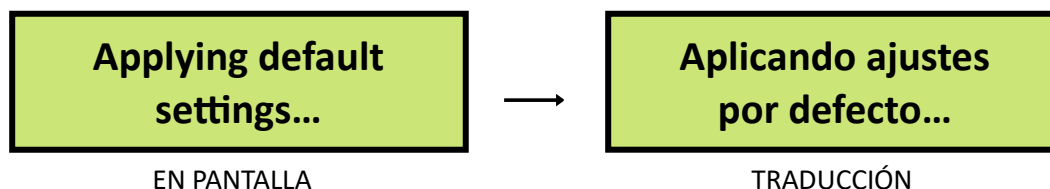
En este último caso, se debe liberar memoria en el almacenamiento del controlador, borrando archivos de datos como se detalla en la **Sección 7.2**.

6.2.3. Errores en la configuración del equipo

En los casos donde los ajustes de configuración del controlador sean inválidos, se mostrará el siguiente mensaje por dos segundos, acompañado de seis alertas sonoras en forma de pitidos.



Posteriormente, se despliega el siguiente mensaje por cerca de un segundo, tiempo que tarda el controlador en aplicar los ajustes por defecto a las configuraciones inválidas.



6.3. Fallos comunes y soluciones

A continuación, se describen algunas fallas comunes que puede presentar el equipo, ya sea durante servicio o en su instalación. A su vez, para cada falla se presentan una serie de verificaciones que permitirán al usuario localizar la causa y así plantear la solución adecuada.

6.3.1. Controlador del ARRB Roughometer III muerto

Descripción: El equipo se encuentra conectado a la alimentación y encendido, mas el controlador no da señal alguna de actividad.

Verificación de fallas comunes

- Verifique todas las conexiones en el módulo de interfaz y confirme que el interruptor de alimentación esté encendido. Si usa un enchufe para encendedor de cigarrillos, es posible que la ignición del vehículo deba estar en la posición "Accesorio".
- Compruebe que el LED de alimentación del módulo de interfaz esté iluminado. Si el LED de encendido no está iluminado, primero verifique el fusible en el módulo de interfaz y luego en la caja de fusibles del vehículo.
- Si se quema el fusible del módulo de interfaz y también se quema uno de reemplazo, comuníquese con el fabricante del vehículo, ARRB Group, para obtener más información.
- Si el fusible del vehículo está quemado, retire el conector de alimentación del módulo de interfaz del enchufe del encendedor de cigarrillos y reemplace el fusible. Si vuelve a explotar, consulte con un electricista automotriz. Si el fusible del vehículo solo se quema cuando el módulo de interfaz está enchufado, puede haber una falla en la unidad o en el cable de alimentación. Verifique el cable de alimentación o comuníquese con ARRB Group.

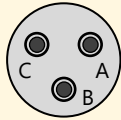
6.3.2. El controlador no muestra pulsos de distancia

Descripción: Ya sea en la función de diagnóstico, velocidad o durante el levantamiento de datos, el controlador del Roughometer III no muestra indicadores de la existencia de pulsos de distancia.

Verificación de fallas comunes

- Compruebe si el LED de distancia del módulo de interfaz parpadea cuando el vehículo avanza. Con un transductor de rueda de alta resolución (DMI), los pulsos serán muy rápidos y puede parecer que el LED está encendido permanentemente, mientras que, con la entrada del odómetro del vehículo, serán mucho más lentos.
- Si el LED de distancia parpadea, pero no hay indicación de distancia en la pantalla de diagnóstico del controlador, entonces la falla más probable es el cable del controlador. Pruebe con un repuesto o comuníquese con ARRB.
- Si el LED de distancia no parpadea en el módulo de interfaz, la conexión del transductor de distancia podría estar defectuosa. Compruebe el cable.
- Si se sospecha que el DMI está defectuoso y hay un DMI de repuesto disponible, cambie el DMI y verifique los pulsos de distancia.

OBSERVACIÓN: Una falla común en el cable de conexión interfaz – odómetro externo (BF-CAB/11063.A) es que los cables internos de este componente se quiebren o revienten, esto a causa de una manipulación o instalación inadecuada del componente, o bien, de presentarse alguna clase de accidente con el DMI instalado. Típicamente, los cables suelen reventarse en el punto donde se enlazan a la espiga que se conecta al puerto de conexión del odómetro (DMI), como se muestra en la Figura X. En estos casos, tome en cuenta el siguiente patrón de conexión para soldar nuevamente los cables a la espiga.



A: Cable rojo ; B: Cable Azul ; C: Cable verde

6.3.3. El controlador no muestra pulsos de regularidad (acelerómetro)

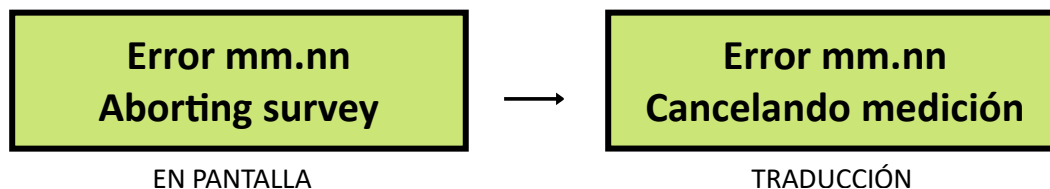
Descripción: Ya sea en la función de diagnóstico o durante el levantamiento de datos, el controlador del Roughometer III no muestra indicadores de salidas del sensor de aceleración vertical.

Verificación de fallas comunes

- Compruebe si el LED del sensor parpadea en el módulo de interfaz cuando el vehículo pasa por algunos baches.
- Si el LED del sensor parpadea, pero la indicación de voltaje del sensor en la pantalla de diagnóstico del controlador es estática, entonces la falla más probable es el cable del controlador. Pruebe con un repuesto o comuníquese con ARRB Group.
- Si el LED del sensor no parpadea en el módulo de interfaz, la conexión del sensor de regularidad podría estar defectuosa. Compruebe el cable.
- Si los pulsos de distancia son del odómetro del vehículo, es posible verificar la presencia de los pulsos en la conexión al cableado del vehículo.
- Enchufe un acelerómetro de repuesto en el módulo de interfaz y compruebe si hay señal. Con el sensor en posición vertical y la flecha apuntando hacia abajo, el controlador debería mostrar alrededor de 2,74 V, mientras que con el sensor invertido debería mostrar alrededor de 2,26V. Si aún no hay señal, puede haber una falla en el módulo de interfaz. Comuníquese con ARRB Group.

6.3.4. Cancelación espontánea del levantamiento de información

Descripción: La medición es abortada de forma espontánea, a lo que el controlador muestra el siguiente mensaje en pantalla por cinco segundos y alerta con cuatro pitidos al usuario.

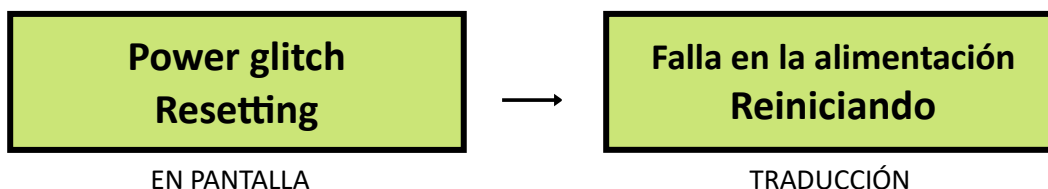


Verificación de fallas comunes

- Intente realizar nuevamente el levantamiento de información, si el problema persiste, proceda a formatear la unidad de almacenamiento del control, no sin antes respaldar cualquier archivo de datos de levantamientos necesario para el usuario y el archivo de la aplicación de procesamiento de datos Roughometer III.

6.3.5. Falla en la alimentación

Descripción: Ante un pico de energía o una falla en la alimentación del equipo, el controlador muestra el siguiente mensaje en pantalla por cuatro segundos y alerta con cuatro pitidos al usuario.



Verificación de fallas comunes

- Si el problema persiste durante el uso del equipo, verifique la conexión a la fuente de energía. Las conexiones al enchufe de encendedor del vehículo pueden llegar a ser poco confiables, provocando este tipo de fallas. Asegúrese que la conexión eléctrica sea fiable previo a poner en servicio el equipo.

7. Procesamiento de datos

El equipo ARRB Roughometer III es provisto por el fabricante con un software destinado al procesamiento de los datos y la extracción de información relativa a la regularidad de los sitios medidos durante los levantamientos, esto bajo distintos formatos y de forma personalizable. En esta sección se explicará el funcionamiento básico del programa Roughometer III y la configuración típica de los ajustes para el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) a partir de los datos recolectados.

7.1. Inicialización del programa

El Software de procesamiento de datos se encuentra cargado por defecto en el controlador del equipo Roughometer III, donde también se almacenan los archivos de datos recolectados a través de los levantamientos. De tal forma, para el procesamiento de datos basta con conectar el controlador a través del puerto USB-B dispuesto en su lateral a una computadora con un puerto USB-A. La computadora deberá contar con sistema operativo Windows (XP, Vista o posteriores) y al menos una memoria libre en su disco duro de 1 GB (para ejecutar el software, el almacenamiento de datos requerirá más espacio).

El software de procesamiento de datos, Roughometer.exe, aparecerá dentro de la unidad de almacenamiento del controlador bajo la etiqueta **"Roughometer"**, con el icono que se muestra en la **Figura 23**. Si desea instalar el software directamente en su computadora y no depender del controlador para el procesamiento de datos, copie los archivos **"autorun"** y **"Roughometer"** desde la unidad de almacenamiento del computador a una carpeta dentro del archivo de programas del disco duro de su PC.

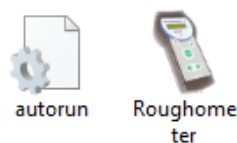


Figura 23. Identificación de archivos software Roughometer III.

En cualquier caso, sea que se ejecute el programa directamente en la PC o a través del controlador, proceda a iniciar el software haciendo doble click en el archivo etiquetado como **"Roughometer"**, a lo que aparecerá por un par de segundos el cuadro informativo que se muestra en la **Figura 24**.



Figura 24. Mensaje de inicio software "Roughometer".

Cuando se conecta un controlador Roughometer III a una PC y se inicia Roughometer.exe, durante el inicio se verifican las versiones del software. Si la versión de Roughometer.exe en el Controlador Roughometer III es más reciente que la versión en la PC, entonces se actualizará la versión de la PC. Alternativamente, si la PC tiene una versión más reciente, se actualizará el software del controlador. Para actualizar a la versión más reciente, sea la versión del software en la PC o la almacenada en el controlador, haga click en **Yes** ("Sí") en la pestaña de aviso desplegada.

Una vez completada la actualización, se mostrará en pantalla la ventana principal del programa, tal y como se observa en la **Figura 25**.



Figura 25. Ventana principal software "Roughometer".

En la parte superior de la ventana principal, se muestran la barra de herramientas y la barra de menú desplegable del programa, como se puede observar a mayor detalle en la **Figura 26**. El funcionamiento de cada uno de los elementos disponibles en ambas barras se detallará más adelante en el manual al ahondar en el uso del software.

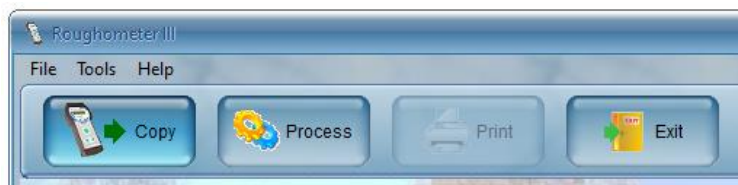


Figura 26. Barra de menú y herramientas del software "Roughometer".

7.2. Recuperación de datos recolectados en levantamientos

Posterior al desarrollo de los levantamientos de información necesarios para un estudio o proyecto, los datos recolectados por el equipo ARRB Roughometer III deberán recuperarse para ser archivados en la PC y procesados para poder generar los informes de resultados. Para llevar a cabo este proceso, únicamente resulta necesario pulsar la opción **Copy** ("Copiar") en la barra de herramientas que se muestra en la **Figura 26**. Todos los archivos nuevos almacenados en el controlador y que no se encuentren en la carpeta designada dentro de la PC, se copiarán automáticamente a esta última. Por defecto, para el sistema operativo Windows 11 la ubicación predeterminada de los archivos con la información de las mediciones es la siguiente.

C:\Users\User\Documents\My Roughometer\Survey Data

Para cambiar la carpeta designada por defecto para almacenar los datos de los levantamientos en la computadora, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, en el cuadro **Survey data folder** ("Carpeta de datos mediciones") presione el botón **Browse** ("Buscar") para abrir un cuadro estándar de búsqueda de Windows y poder seleccionar la nueva carpeta de almacenamiento.

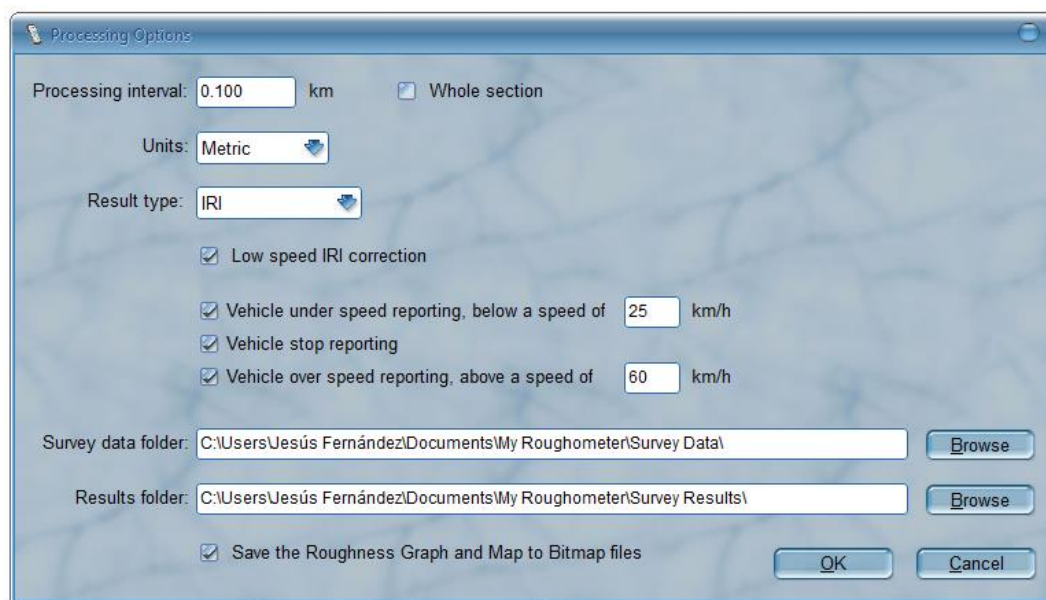


Figura 27. Ventana de ajustes para el procesamiento de datos del software "Roughometer".

Los archivos de datos disponibles en la PC y en el controlador del equipo pueden consultarse haciendo uso de la opción **File** ("Archivo") en la barra de menú. Seguidamente, seleccionaremos la opción **Explore My Roughometer Folder** ("Explorar la Carpeta Mi Roughometer") de querer revisar los archivos guardados en la computadora, o bien, **Explore surveys on Roughometer device** ("Explorar mediciones en el dispositivo Roughometer") para consultar los archivos almacenados en el controlador.

OBSERVACIÓN: Los archivos de datos de los levantamientos se almacenan dentro de la carpeta dispuesta para este fin, separados por la fecha de ejecución de las mediciones, esto dividiéndolos por carpetas bajo este formato. El nombre de los archivos se otorga siguiendo el formato a continuación.

"YYYY-MM-DD HHhNNmEEs Survey.rgd"

donde **YYYY** es el año, **MM** es el mes, **DD** es el día, **HH** es la hora, **NN** es el minuto y **EE** es el marcador de los segundos, todos al momento de comenzar la medición.

Un ejemplo corresponde al siguiente archivo: 2023-02-17 14h23m08s Survey.rgd

El controlador del Roughometer III cuenta con una memoria disponible total equivalente a 13 000 km de levantamiento. Se recomienda borrar periódicamente los archivos de datos de los levantamientos de la memoria del controlador, una vez hayan sido copiados a una PC y respaldados. Para eliminar archivos, simplemente diríjase a explorador de Windows e ingrese a la unidad de memoria del controlador del equipo. Posteriormente, proceda a eliminar las carpetas o archivos específicos según sea necesario.

7.3. Configuración del software

Antes de iniciar propiamente con el procesamiento de los datos recolectados con el equipo ARRB Roughometer III, se debe realizar un ajuste de las diferentes opciones de procesamiento del software, las cuales definen el formato, ubicación y valores de los resultados obtenidos a partir de las mediciones.

7.3.1. Configuración de la carpeta de almacenamiento de resultados

Por defecto, para el sistema operativo Windows 11 la ubicación predeterminada de las carpetas de los archivos resultantes del procesamiento de datos es la siguiente.

C:\Users\User\Documents\My Roughometer\Survey Results

Para cambiar la carpeta designada por defecto para almacenar los resultados de los levantamientos en la computadora, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, en el cuadro **Results folder** ("Carpeta de resultados") presione el botón **Browse** ("Buscar") para abrir un cuadro estándar de búsqueda de Windows y poder seleccionar la nueva carpeta de almacenamiento.

7.3.2. Configuración de las unidades reportadas

Los datos recabados a nivel de regularidad superficial pueden ser procesados para producir resultados en formatos que van desde los informes con los datos tabulados hasta la representación gráfica de la

información. Para tal fin, resulta pertinente primero definir las unidades de medición a implementar en el procesamiento de resultados, sean estas unidades métricas o imperiales.

Para cambiar las unidades para el procesamiento de datos, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, en el cuadro **Units** ("Unidades") seleccione las deseadas entre las opciones **Metric** ("Métricas") e **Imperial** ("Imperiales"). Posteriormente, haga click en la opción **OK** para guardar la configuración de las unidades.

Si las unidades seleccionadas corresponden al sistema métrico, la regularidad superficial se reportará en unidades de metros/kilómetro (m/km) en correlación con el Índice de Regularidad Internacional (IRI), o en recuentos de regularidad/kilómetro (counts/km) de un sistema de medición de regularidad de tipo respuesta (RTRRMS) basado en un vehículo. En Australia, lugar de origen del fabricante del equipo (ARRB Group) estos recuentos RTRRMS se conocen como recuentos NAASRA. Para ambas unidades, cuanto más accidentada e irregular sea la superficie evaluada, mayor será el resultado de regularidad. El software de procesamiento puede producir tablas de resultados y gráficos en conteos IRI o NAASRA. La distancia se muestra en metros o kilómetros, en función de la longitud total del levantamiento.

Por otro lado, si las unidades seleccionadas corresponden a las del sistema imperial, la regularidad reportada por el software se expresa en unidades de pulgadas/milla (in/mi) en correlación con el Índice de Regularidad Internacional (IRI). La distancia se muestra en millas y la regularidad se muestra en recuentos NAASRA/milla (counts/mi).

OBSERVACIÓN: Los resultados de regularidad NAASRA se definen únicamente para unidades métricas. De tal forma, si se seleccionan los resultados en formato NAASRA dentro del software, las unidades de distancia se establecen automáticamente en métricas.

7.3.3. Configuración del intervalo de reporte

Por lo general, la regularidad superficial de una sección de carretera se reporta en intervalos de 100 metros. En ciertas ocasiones, puede ser deseable variar este intervalo de procesamiento, por ejemplo, para informar sobre una característica más localizada o para la validación de los resultados obtenidos al compararlos con los de otro equipo (intervalo de informe más corto) o para obtener un valor de regularidad superficial general para una sección de carretera completa.

Para modificar el intervalo de procesamiento de los datos diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, en el cuadro **Processing interval** ("Unidades") digite el intervalo de procesamiento deseado o bien, seleccione el cuadro marcado como **Whole Section** ("Toda la sección") para generar un resultado general de regularidad para cada sección identificada por el programa. Posteriormente, haga click en la opción **OK** para guardar la configuración del intervalo de manipulación de los datos.

OBSERVACIÓN: El mínimo intervalo de procesamiento admisible por el software corresponde a 0,010 km (10 m).

7.3.4. Configuración de las correcciones por baja velocidad

Si bien es deseable mantener una velocidad de medición constante durante el levantamiento de datos, siendo recomendadas por el fabricante ARRB Group velocidades por encima de los 25 km/h, es inevitable que el conductor deba reducir la velocidad ocasionalmente. Estos datos de baja velocidad pueden producir resultados de IRI poco realistas e influir en los datos válidos circundantes. De forma predeterminada, el software de procesamiento detecta los datos de baja velocidad y los compensa para garantizar que no se produzcan resultados incoherentes con las condiciones reales de la superficie evaluada.

Para habilitar y deshabilitar la función de corrección por baja velocidad, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, marque o desmarque la opción **Low Speed IRI Correction** ("Corrección del IRI en Condiciones de Baja Velocidad") según se desee. Posteriormente, haga click en la opción **OK** para guardar la configuración del intervalo de manipulación de los datos.

Dentro de la misma ventana de **Processing Options** ("Ajustes del Procesamiento"), es posible definir los valores de referencia de velocidad a los cuales se generarán en los reportes de baja velocidad (under speed) y exceso de velocidad (over speed). Para esto, en los cuadros etiquetados como **Vehicle under speed reporting, below a speed of** y **Vehicle over speed reporting, above a speed of**, digite respectivamente la velocidad mínima y velocidad máxima a las cuales se desea que el software reporte la ocurrencia de estos eventos.

OBSERVACIÓN: Por defecto, el software tiene como valores predeterminados de under speed y over speed 40 km/h y 60 km/h respectivamente. Para la evaluación de vías no pavimentadas u otras que no permitan transitar de forma segura para los usuarios y para los vehículos dentro de este rango de velocidades, se recomienda disminuir la velocidad mínima que define la alerta de under speed a **25 km/h**, considerando que esta es la mínima requerida por el equipo para poder realizar las correcciones ligadas a la interferencia de la dinámica del vehículo en la recolección de datos por parte del acelerómetro.

7.3.5. Configuración de los criterios de condición

Para facilitar la rápida de los resultados de un estudio vial, el software facilita un informe de resultados que clasifica las secciones o intervalos de medición en una serie de categorías relativas a la condición de la superficie, definidas en función de los resultados de regularidad obtenidos. La **Tabla 1** muestra los intervalos de valores utilizados por defecto en el software para definir las categorías de condición, esto para los diferentes formatos de reporte de los resultados de regularidad.

Tabla 1. Categorías de condición superficial en función de los parámetros de regularidad IRI y NAASRA.

Categoría de condición superficial	IRI (unidades métricas)	IRI (unidades imperiales)	NAASRA (unidades métricas)
Muy bueno	0 – 2	0 – 157	0 – 52
Bueno	3 – 4	158 – 284	78 – 105
Aceptable	5 – 6	285 – 411	131 – 158
Pobre	7 – 10	412 – 664	184 – 264
Malo	> 11	> 665	> 290

Los criterios definidos en la **Tabla 1** corresponden a valores genéricos y no necesariamente se adaptarán a las características de los tipos de superficies a evaluar, sus condiciones, ubicación y topografía. Se recomienda referirse a escalas de condición superficial relativa al IRI más representativas, como las que se presentan en las **Figuras 28 y 29** para caminos pavimentados y no pavimentados respectivamente, definidas en el estándar E1926 por American Society for Testing and Materials (ASTM).

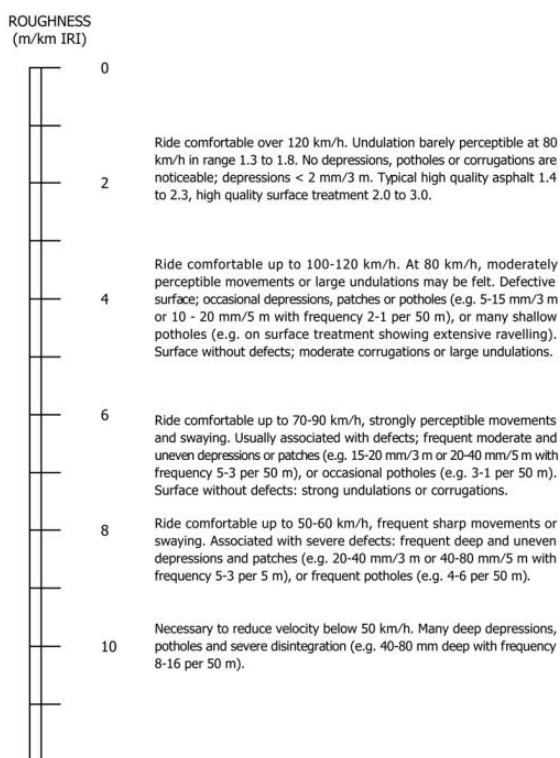


Figura 28. Escala de estimación de la regularidad superficial de caminos pavimentados de carpeta asfáltica o de concreto.

Fuente. American Society for Testing and Materials (ASTM), 2021

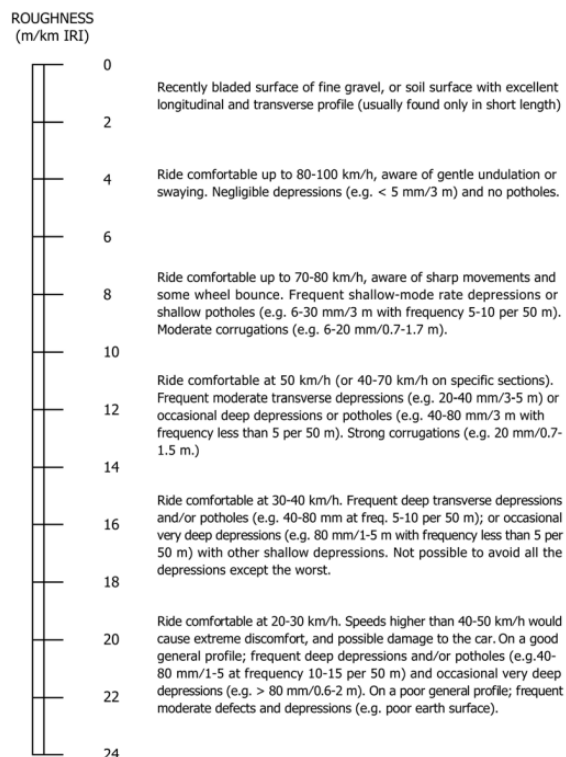


Figura 29. Escala de estimación de la regularidad superficial de caminos no pavimentados de lastre o tierra.
Fuente. American Society for Testing and Materials (ASTM), 2021

Para editar los criterios para la categorización de la condición superficial de las secciones, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Assessment Criteria** ("Criterios de Condición"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 27**. Posteriormente, digite los valores que definirán los intervalos de cada una de las categorías. Presionando la opción **Defaults** ("Predeterminados") los valores de condición volverán a los definidos por defecto en concordancia con la **Tabla 1**. Al igual que los valores numéricos, se puede cambiar el código de colores de las representaciones gráficas de los límites de condición que se generarán sobre los gráficos de mapeo e Índice de Regularidad Internacional (IRI).



Figura 30. Ventana de ajuste de los criterios de condición para el procesamiento de datos del software "Roughometer".

7.4. Procesamiento

Finalmente, una vez configurados todos los ajustes necesarios para el procesamiento de los datos recolectados, diríjase a la barra de herramientas y dé click en la opción **Process** ("Procesar"). Seguidamente, se desplegará una ventana de exploración de archivos, la cual le permitirá navegar las diferentes carpetas de almacenamiento de archivos y seleccionar el o los archivos que se desean procesar, como se muestra en la **Figura 31**. Para procesar múltiples archivos, simplemente utilice las teclas **Ctrl** o **Shift** de su teclado, según sea necesario para seleccionar varios archivos. Dé click en el recuadro **Open** ("Abrir") o haga doble click sobre los archivos para comenzar a procesar los datos.

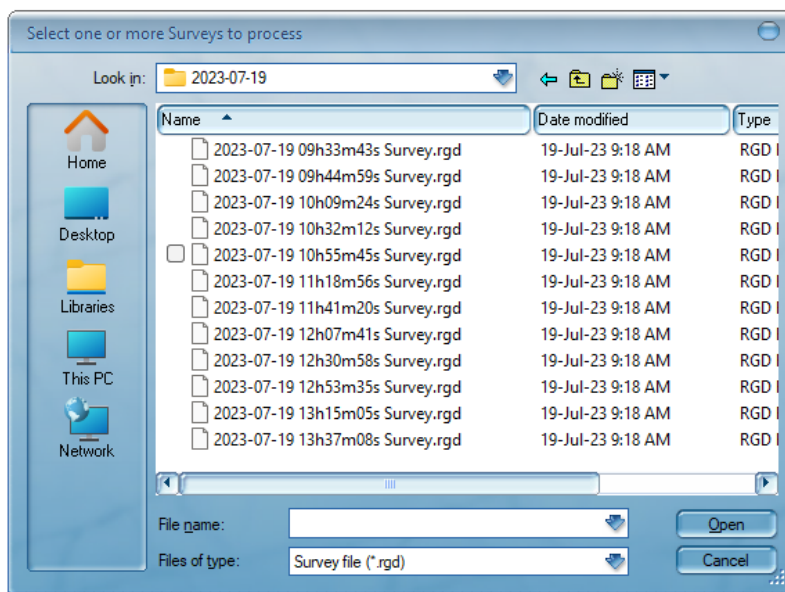


Figura 31. Ventana de selección de archivos para el procesamiento de datos del software "Roughometer".

Seguidamente, se abrirá una ventana bajo el nombre **Report Header** ("Títulos del Reporte"), tal y como se muestra en la **Figura 32**. En los cuadros dispuestos en esta ventana, se podrá introducir la información pertinente y detalles básicos del levantamiento. Dé click en la opción **OK** cuando haya terminado de completar la información que desea se incluya en los reportes. En este punto, el procesamiento de datos empezará, culminando con la presentación en pantalla de los informes de resultados y gráficos representativos.

OBSERVACIÓN: Completar los campos del encabezado del informe es opcional. El procesamiento continuará si se presiona **OK** para omitir este paso. La información del encabezado del informe se puede ingresar en cualquier momento, durante o después del procesamiento de los datos.

Figura 32. Ventana de ingreso de información del levantamiento para el procesamiento de datos del software "Roughometer".

OBSERVACIÓN: Cuando se conecta el controlador a una PC a través de la salida USB para el procesamiento de datos, la PC interpreta el controlador del Roughometer III como un dispositivo de memoria extraíble. Una vez que el Controlador se ha conectado a la PC, no debe desconectarse hasta que se haya completado la recuperación de archivos de datos y el procesamiento de datos.

7.5. Reportes de resultados

El procesamiento de datos genera a través del software una serie de archivos e informes que se pueden visualizar e imprimir directamente desde el programa. De igual forma, se puede acceder a estos informes haciendo uso de otros programas populares como Microsoft Word, Microsoft Excel y lectores de PDF.

Todos los archivos de resultados e informes relativos a la regularidad se guardan bajo la fecha y hora de inicio del levantamiento, siguiendo la convención especificada en (poner donde) para el nombre de los archivos. La siguiente lista presenta los archivos producidos cada vez que se procesan los archivos de datos de las mediciones, acortando el nombre en formato "YYYY-MM-DD HHhNNmEEs" por "**Fecha&Hora**" para facilidad de entendimiento del lector.

- **Fecha&Hora Survey.csv** – Datos de distancia, regularidad superficial IRI, velocidad del vehículo, datos GPS (coordenadas y elevación) y de los eventos presentados durante la medición en un formato de archivo delimitado por comas (CSV) compatible con Microsoft Excel. Si el reporte de resultados en formato NAASRA se encuentra activado durante el procesamiento, los datos de regularidad superficial se reportarán bajo este formato de valores.
- **Fecha&Hora Survey IRI.rtf** / **Fecha&Hora Survey NAASRA.rtf** – Este formato incluye todos los títulos y campos de encabezado relativos a los detalles del levantamiento, información de las secciones y de los eventos. Este archivo se guarda en un formato RTF ("Rich Text Format") compatible con programas de edición de texto como Microsoft Word. Adicionalmente, este archivo despliega el conjunto de datos tabulado antes mencionada para el archivo CSV.

- **Fecha&Hora Survey Road Condition.rtf** – Este formato incluye los resultados de regularidad clasificados de acuerdo con las categorías de condición superficial. Este archivo se guarda en un formato RTF (“Rich Text Format”) compatible con programas de edición de texto como Microsoft Word.
- **Fecha&Hora Survey.hdr** – Este archivo contiene toda la información de los campos de encabezados producidos durante del procesamiento. Esta información se almacena en este archivo, de donde referencia para presentarla en los reportes.

Por otro lado, en la pantalla del software de procesamiento de datos se presentan otros reportes que pueden ser almacenados en formato PDF en el computador si el usuario así lo desea, utilizando la herramienta **Print** (“Imprimir”) de la barra de herramientas. Estos reportes corresponden a:

- **Road Condition Assessment Report** (“Reporte de condición del camino”)
- **Roughness Report** (“Reporte de regularidad”)
- **Graph of Roughness vs Distance** (“Gráfico de Regularidad vs Distancia”)
- **Map of the survey route showing road condition assessment** (“Mapa del levantamiento con representación de la condición del camino”)

OBSERVACIÓN: El mapa del levantamiento únicamente estará disponible su se conectó un receptor GPS al momento de realizar las mediciones.

La información disponible en el reporte de condición del camino, reporte de regularidad y gráfico de regularidad coincide con la suministrada en el archivo CSV almacenado al procesar los resultados, por lo que se recomienda utilizar un programa de tipo hoja de cálculo como Excel para generar informes más completos a partir de esta información (ver **Sección 7.5.**), al permitir manejar los datos con mayor flexibilidad, generar gráficos con mayor información y aplicar criterios de clasificación de condición más representativos, como los presentados en las **Figuras 28 y 29**. De tal manera, no se profundizará en este documento en los reportes anteriormente mencionados.

Por otro lado, el mapa del levantamiento generado por el software representa un insumo que puede llegar a ser de alta utilidad para la interpretación y el manejo de los resultados de la evaluación de regularidad superficial. La única limitante que presenta el software para la generación de los mapas de medición es la poca flexibilidad para establecer los criterios de condición que se representan mediante un código de colores sobre el recorrido, como se aprecia en la **Figura 33**. Sin embargo, se recomienda adaptar valores de referencia similares a los presentados en las **Figuras 28 y 29** según sea el caso.

7.5.1. Generación del mapeo del levantamiento

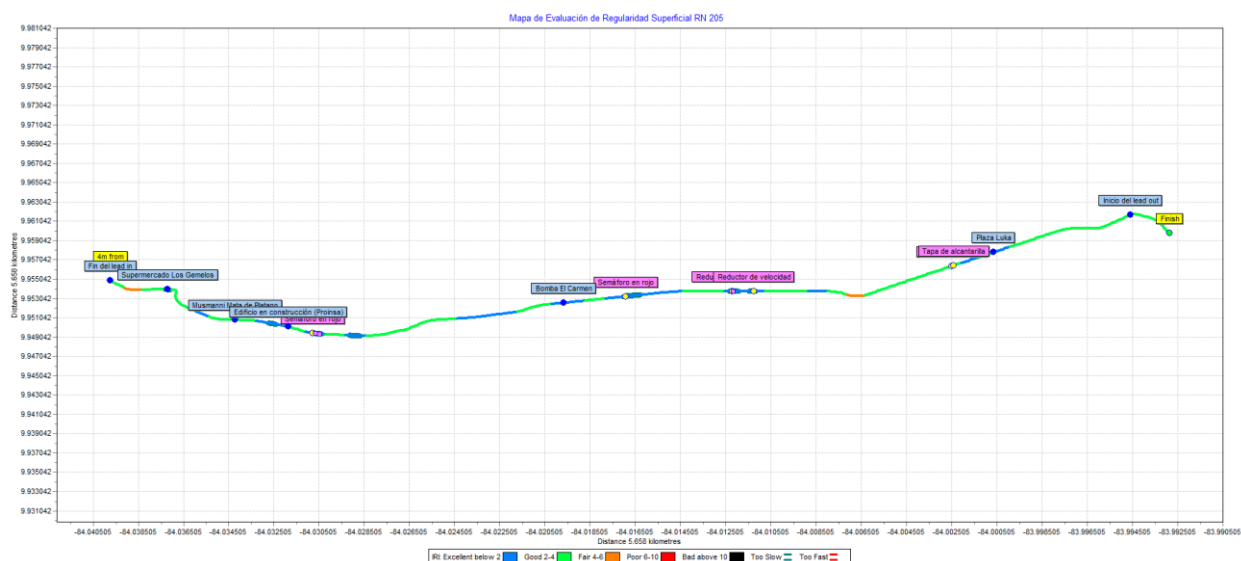


Figura 33. Mapeo del levantamiento de datos de regularidad para una vía pavimentada (RN 205).

El mapa del levantamiento presenta de forma predeterminada la línea de la ruta recorrida codificada por colores, esto para mostrar la regularidad representativa en diversos tramos del camino de acuerdo con los criterios de evaluación de condición superficial establecidos, los puntos de inicio y fin de la medición, los eventos y singularidades marcadas, además de los puntos de referencia que delimitan las secciones. El mapa también permite mostrar los eventos a lo largo del recorrido donde el vehículo se detuvo, circuló por debajo de la velocidad mínima especificada (under speed) o por encima de la velocidad máxima definida (over speed).

7.5.2. Modificación del formato del mapa

A través de una serie de funciones habilitadas en la ventana de visualización del mapeo del levantamiento dentro del software de procesamiento de datos, es posible personalizar el formato del mapa, su escala, las etiquetas e información incluida en él y el código de colores relativo a los rangos de regularidad definido.

7.5.2.1. Ajustes de escala

- **Zoom:** Puede realizar zoom ("acercar") sobre alguna sección específica del mapa generado haciendo click izquierdo y arrastrando el cursor para generar un recuadro sobre la sección de interés. La vista con zoom se escalará automáticamente de forma apropiada. Para reiniciar el mapeo y volver a la vista original simplemente haga click en la opción **Restore Chart** ("Restaurar el cuadro") que aparece en la esquina superior derecha de la pantalla al entrar en una vista con zoom o desplazarse en el mapa.
- **Desplazar:** Puede desplazarse a través del mapa generado haciendo click derecho y arrastrando el cursor en cualquier dirección, según se desee. Para reiniciar el mapeo y volver a la vista original simplemente haga click en la opción **Restore Chart** ("Restaurar el cuadro") que aparece en la esquina superior derecha de la pantalla al entrar en una vista con zoom o desplazarse en el mapa.

- **Personalizar escala:** Para personalizar la escala únicamente es necesario dar click sobre el mapa, a lo que se procederá a desplegar una ventana con múltiples opciones relativas no únicamente al escalado del mapeo, sino también a su formato. A continuación, se detallan cada una de las opciones y su funcionalidad para personalizar el mapa.
 - Apply auto scaling: Aplica una escala automática al mapa.
 - Apply X=Y scaling: Aplica una misma escala en los ejes horizontal y vertical del mapa.
 - Apply XY scaling: Aplica una de las cinco escalas presentadas (10 m, 100 m, 1 km, 10 km, 100 km) tanto al eje horizontal como al eje vertical. Antes de seleccionar una de las cinco escalas, debe hacer doble clic en un punto del mapa para establecer el punto alrededor del cual se centrará el mapa.
 - Map title: Permite agregar un título en la parte superior del mapa. El título puede editarse o ser borrado deseleccionando esta opción.
 - Map attributes: Permite abrir la ventana de personalización de los marcadores de eventos, referencias, inicio y fin, límites de velocidad, entre otros que se observan en la **Figura 34**.
 - Clear marker: Permite remover los marcadores de ubicación dispuestos al dar doble click sobre algún punto del recorrido en el mapa.
 - Assessment Criteria: Permite modificar los criterios de condición de regularidad y la codificación bajo la cual se presentan en el mapa.
 - Copy chart to clipboard as a bitmap: Permite copiar el gráfico en un formato bitmap (formato rasterizado) para el uso de la información almacenada en softwares especializados como QGIS.

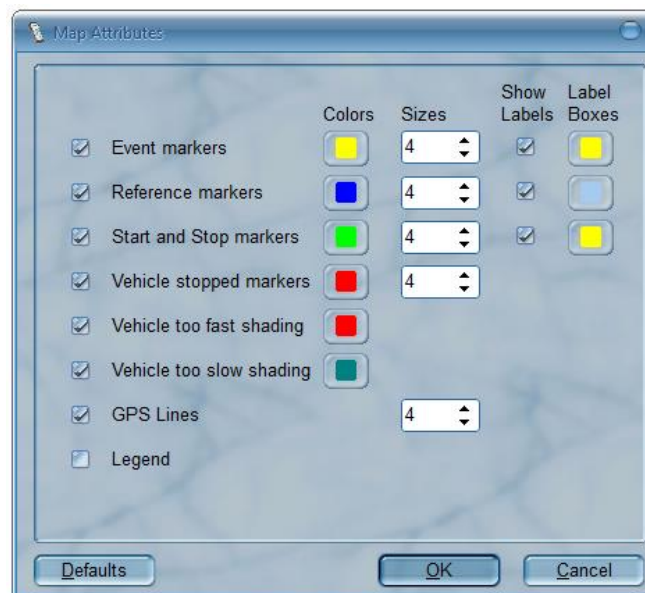


Figura 34. Ventana de personalización de los marcadores dispuestos en el mapa del levantamiento.

7.5.3. Otras funciones del mapeo

7.5.3.1. Medir distancia y dirección entre puntos

En la ventana de visualización del mapa es posible medir distancias y direcciones sobre el recorrido del levantamiento. Para esto únicamente presione con un doble click en un primer punto de referencia, lo que posicionará un marcador en forma de "X" y de color azul sobre el punto.

Ubicado el marcador, desplace el cursor sobre la línea de recorrido del levantamiento hasta el punto de interés. Cuando se coloque un con el movimiento del cursor un segundo marcador en la ruta topográfica o recorrido del levantamiento, este se mostrará como una **cruz** y se procederá a desplegar la siguiente información en la parte baja de la pantalla.

- **Line of sight distance:** Representa la distancia que hay en el recorrido del marcador al cursor, o bien, del marcador "X" al marcador con forma de cruz.
- **Distance from the start:** Es la distancia que existe desde el punto de inicio del recorrido hasta el cursor (marcador con forma de cruz).
- **IRI:** Valores de IRI y velocidad de circulación en el punto del recorrido donde se ubica el cursor (marcador en forma de cruz).
- **Azimuth:** Corresponde a la dirección desde el marcador hasta el cursor, es decir, desde el marcador "X" hasta el marcador en forma de cruz.
- **Lat and Long:** Coordenadas de latitud y longitud del punto del recorrido donde se ubique el cursor (marcador en forma de cruz).

7.5.3.2. Personalizar la información de los eventos

Los eventos que se muestran en el mapa se pueden editar para proporcionar más información o detalle, ya que por defecto aparecen únicamente enumerados secuencialmente de acuerdo con el tipo de evento (**A** o **B**). Este tipo información no se puede ingresar a través del controlador durante la encuesta, pero debe anotarse y editarse al momento del procesamiento.

Para editar la descripción con la cual se etiquetan los eventos, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Edit Events** ("Editar Eventos"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 35**. Posteriormente, en la columna **Event Description** ("Descripción del Evento") ingrese el detalle deseado. Posteriormente, haga click en la opción **OK** para guardar las nuevas descripciones de los eventos.

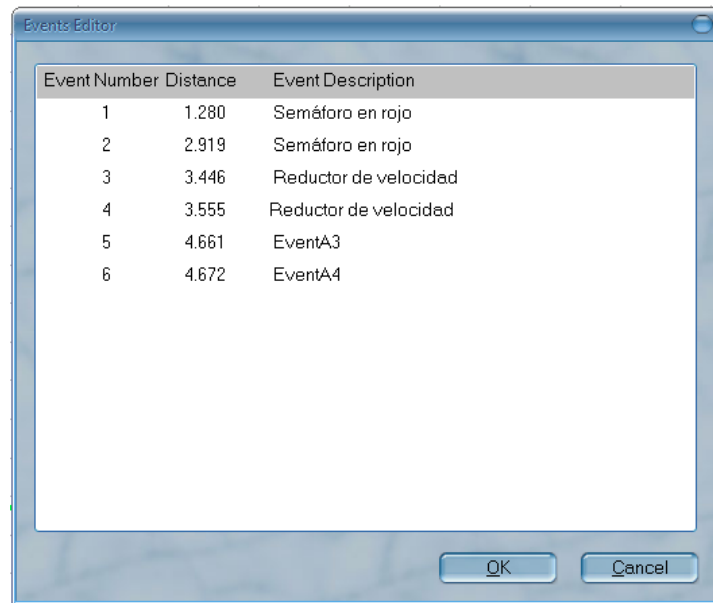


Figura 35. Ventana de edición de eventos.

7.5.3.3. Edición de los puntos de referencia

Siguiendo un proceso análogo a la edición de eventos, diríjase en la barra de menú a la opción **Tools** ("Herramientas") donde se desplegará una lista de opciones. Seleccione la opción **Edit References** ("Editar Referencias"), lo que desplegará la ventana que se observa en la **Figura 36**. Posteriormente, en la columna **Reference Description** ("Descripción de la Referencia") ingrese el detalle deseado. Posteriormente, haga click en la opción **OK** para guardar las nuevas descripciones de los puntos de referencia.

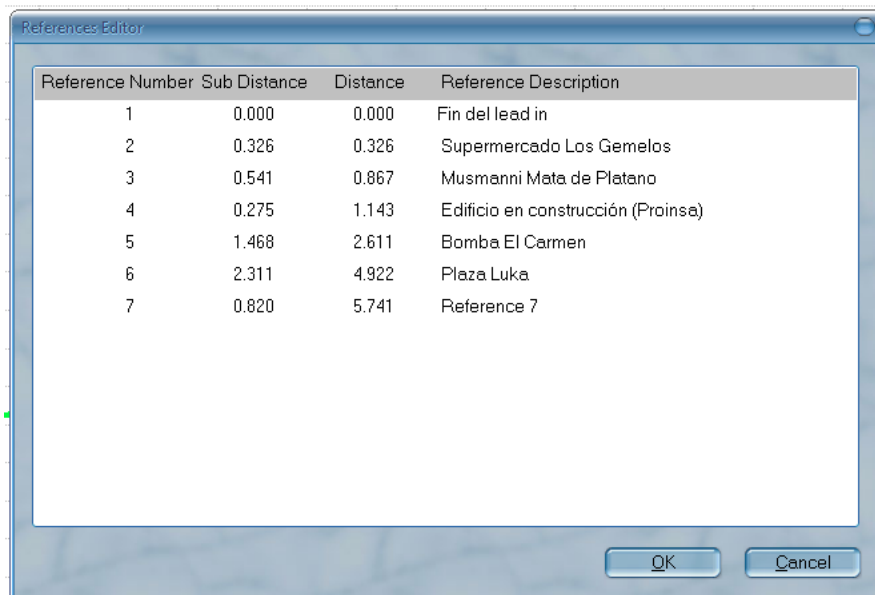


Figura 36. Ventana de edición de puntos de referencia.

8. Informes de resultados

En la **Sección 7.5.** se mencionó que para efectos del uso del Roughometer III por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), se recomendaba evitar los reportes estandarizados producidos por el software de procesamiento provisto con el equipo ARRB Roughometer III y que, en su lugar, se utilizara una hoja de informes programada, alimentándola con los datos almacenados en el archivo CSV generado al procesar los resultados (ver **Sección 7.5.**).

Atendiendo a la recomendación anterior, se programó una hoja de Microsoft Excel que permite generar con alta facilidad informes de resultados completos, los cuales incluyen además de los resultados tabulados del levantamiento, información y gráficos relativos a los resultados de regularidad superficial, la clasificación a nivel de condición tomando como referencia el estándar ASTM E1926 y la información mínima recomendada por American Society for Testing and Materials (ASTM) en el estándar E950 para reportes de medición de perfiles longitudinales de superficies recorridas, la cual se muestra a continuación.

- Fecha y hora del día de la medición
- Identificación del operador, conductor y vehículo
- Condiciones meteorológicas, principalmente temperatura, nubosidad y viento
- Ubicación y descripción de la sección de prueba
- Descripción de la superficie: tipo de pavimento y condición
- Número de ejecución
- Velocidad de medición
- Dirección medida
- Carril medido, posición transversal
- Datos de perfil
- Otras opciones de medición específicas del sistema

El informe de resultados presentado en la **Figura 37** constituye un ejemplo del formato programado para el reporte de resultados de regularidad superficial. El formato del informe se adapta a la longitud del levantamiento, la cantidad de secciones y el intervalo de procesamiento que necesite el usuario, de forma que el proceso se resume en insertar los datos tabulados del archivo CSV y completar los detalles de las condiciones del levantamiento.

INFORME DE RESULTADOS ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	189.00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento máximo de 22 km/h
Hora:	09:21:08 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE RUGOSIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0.100	0.100	8.60	29.00	9.8655088	-83.8675678	1583.70	
1	0.200	0.200	11.10	29.00	9.8651261	-83.8667526	1591.90	
1	0.300	0.300	11.30	30.00	9.8652138	-83.8658937	1589.10	
1	0.400	0.400	10.70	30.00	9.8657854	-83.8651974	1586.00	
1	0.500	0.500	10.40	29.00	9.8663822	-83.8644894	1581.70	
1	0.600	0.600	12.30	28.00	9.8667461	-83.8636641	1584.80	
1	0.700	0.700	16.70	27.00	9.8673128	-83.8629558	1583.00	V < 25 km/h x 1
1	0.800	0.800	16.80	29.00	9.8680762	-83.8625706	1592.10	V < 25 km/h x 1
1	0.889	0.889	18.10	30.00	9.8688162	-83.8621588	1598.70	
2	0.100	0.989	15.70	28.00	9.8695192	-83.8616726	1601.90	
2	0.114	1.003	6.90	24.00	9.8699304	-83.8613809	1606.50	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI

Sección 1:	12.82
Sección 2:	14.62
Global:	13.03

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Pobre
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

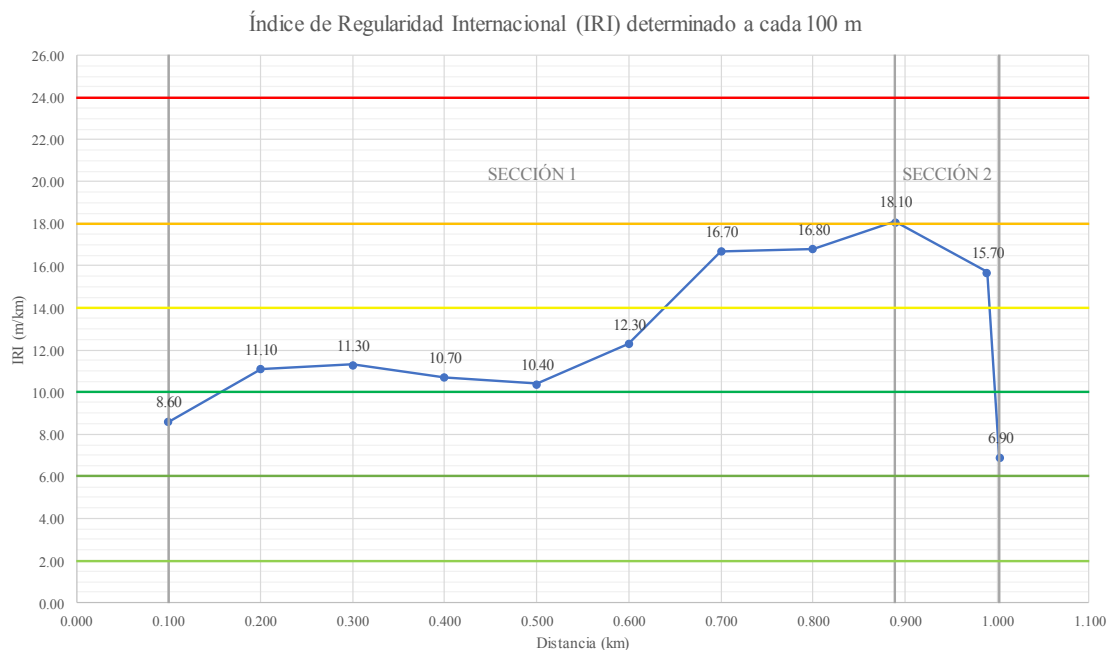


Figura 37. Informe de resultados Iteración 1 Calle El Cerro (13/09/2023).

Referencias

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2022). ASTM E950/E950M – 22. Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces.

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2021). ASTM E1926 – 08. Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements

ARRB Group. (2016). Roughometer III User Manual.

Apéndice 2. Resultados mediciones de prueba Ruta Nacional 39 y Ruta Nacional 205

Field Data Sheet

ROAD NAME: Circunvalación

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-13 TIME: 09:13:05

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

COMMENTS:

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	0.1	14.7	UnderSpeed x 1
1	0.200	0.200	2.8	41.6	
1	0.300	0.300	1.5	56.5	
1	0.400	0.400	1.5	54.2	
1	0.500	0.500	1.8	51.0	
1	0.600	0.600	1.8	47.4	
1	0.700	0.700	1.7	51.8	
1	0.800	0.800	2.3	55.8	
1	0.900	0.900	3.5	52.5	
1	1.000	1.000	2.3	49.1	
1	1.100	1.100	2.3	49.1	
1	1.200	1.200	2.2	50.4	
1	1.300	1.300	2.4	50.0	
1	1.400	1.400	2.7	49.0	
1	1.500	1.500	3.2	50.2	EventA1
1	1.600	1.600	3.1	51.7	EventA2
1	1.700	1.700	3.4	48.7	EventA3
1	1.800	1.800	5.1	42.9	
1	1.900	1.900	6.7	49.7	
1	2.000	2.000	3.5	51.6	EventA4:EventA5

1	2.100	2.100	5.2	46.1	EventA6
1	2.200	2.200	3.3	50.1	
1	2.300	2.300	2.3	52.4	
1	2.400	2.400	2.2	54.2	
1	2.500	2.500	2.1	53.0	
1	2.600	2.600	2.9	52.8	
1	2.700	2.700	1.9	52.0	
1	2.800	2.800	2.3	52.9	
1	2.900	2.900	2.7	50.3	
1	3.000	3.000	3.4	49.8	
1	3.100	3.100	2.2	53.0	
1	3.200	3.200	2.7	54.3	
1	3.300	3.300	3.0	54.2	
1	3.400	3.400	1.5	53.1	
1	3.500	3.500	1.6	50.9	
1	3.600	3.600	1.4	50.2	
1	3.700	3.700	1.6	50.2	
1	3.800	3.800	2.8	52.0	
1	3.900	3.900	2.4	51.3	
1	4.000	4.000	1.7	52.7	
1	4.100	4.100	2.0	55.7	EventA7 EventA8:EventA9
1	4.200	4.200	2.0	53.5	
1	4.300	4.300	1.8	52.9	
1	4.400	4.400	2.2	54.1	
1	4.500	4.500	3.1	53.7	
1	4.600	4.600	2.1	51.1	
1	4.700	4.700	6.4	46.4	
1	4.800	4.800	5.6	47.6	
1	4.900	4.900	5.1	51.0	
1	5.000	5.000	2.7	50.6	
1	5.100	5.100	3.0	51.5	
1	5.200	5.200	2.7	55.5	
1	5.300	5.300	2.1	53.6	
1	5.400	5.400	3.3	52.1	
1	5.500	5.500	1.7	52.3	
1	5.600	5.600	2.4	52.2	
1	5.700	5.700	2.5	53.4	
1	5.800	5.800	2.5	51.4	
1	5.900	5.900	1.9	51.6	
1	6.000	6.000	2.4	51.0	
1	6.100	6.100	2.5	51.3	
1	6.200	6.200	3.0	52.3	
1	6.300	6.300	1.8	48.7	
1	6.400	6.400	3.2	50.2	
1	6.500	6.500	3.3	53.2	
1	6.600	6.600	3.5	52.2	
1	6.700	6.700	3.5	49.3	
1	6.800	6.800	3.8	48.4	
1	6.900	6.900	2.9	46.5	
1	7.000	7.000	2.3	45.4	
1	7.100	7.100	2.2	41.3	
1	7.200	7.200	2.4	38.3	

1	7.300	7.300	2.0	28.6	
1	7.400	7.400	2.8	28.0	
1	7.500	7.500	1.7	26.8	UnderSpeed x 1
1	7.600	7.600	1.5	25.9	UnderSpeed x
2:EventB1					
1	7.700	7.700	0.9	12.6	Stopped x
1:UnderSpeed x 2					
1	7.800	7.800	1.7	20.2	UnderSpeed x 1
1	7.900	7.900	2.0	27.5	UnderSpeed x 1
1	8.000	8.000	2.2	29.8	UnderSpeed x 1
1	8.100	8.100	0.0	7.6	Stopped x
1:UnderSpeed x 1					
1	8.200	8.200	0.0	2.9	Stopped x
3:UnderSpeed x 1					
1	8.300	8.300	0.0	3.0	Stopped x
6:UnderSpeed x 1:EventA10					
1	8.400	8.400	0.0	3.0	Stopped x
5:UnderSpeed x 1					
1	8.500	8.500	0.0	2.0	Stopped x
8:UnderSpeed x 1					
1	8.600	8.600	0.0	10.9	UnderSpeed x 1
1	8.700	8.700	2.0	22.8	UnderSpeed x
1:EventB2					
1	8.800	8.800	2.6	49.9	
1	8.900	8.900	1.7	49.7	
1	9.000	9.000	2.2	47.3	
1	9.100	9.100	2.2	48.9	
1	9.200	9.200	2.1	50.9	
1	9.300	9.300	2.0	50.4	
1	9.400	9.400	1.6	41.3	UnderSpeed x 1
1	9.500	9.500	3.8	5.3	Stopped x
1:UnderSpeed x 1:EventB3					
1	9.600	9.600	2.2	45.8	
1	9.700	9.700	1.9	53.3	
1	9.800	9.800	1.9	54.1	
1	9.900	9.900	1.4	49.5	
1	10.000	10.000	3.3	50.2	
1	10.100	10.100	2.2	52.2	
1	10.200	10.200	2.5	50.0	
1	10.300	10.300	1.6	50.7	
1	10.400	10.400	2.6	51.4	
1	10.500	10.500	1.9	50.6	
1	10.600	10.600	1.3	51.3	
1	10.700	10.700	3.4	49.4	EventA11
1	10.800	10.800	1.8	49.4	
1	10.900	10.900	1.5	51.0	
1	11.000	11.000	2.2	52.0	
1	11.100	11.100	2.1	52.2	
1	11.200	11.200	2.5	51.0	
1	11.300	11.300	3.3	53.2	EventA12
1	11.400	11.400	3.1	53.6	EventA13
1	11.500	11.500	2.4	52.1	

1	11.600	11.600	2.1	46.3	
1	11.700	11.700	2.2	44.8	
1	11.800	11.800	1.6	45.8	
1	11.900	11.900	1.9	48.9	
1	12.000	12.000	2.4	52.9	
1	12.100	12.100	2.0	53.2	
1	12.200	12.200	1.7	51.7	
1	12.300	12.300	1.7	51.9	
1	12.400	12.400	1.3	51.3	
1	12.500	12.500	1.3	46.7	
1	12.600	12.600	1.3	25.9	UnderSpeed x 1
1	12.700	12.700	0.3	15.1	UnderSpeed x 2
1	12.800	12.800	0.9	18.9	UnderSpeed x 1
1	12.900	12.900	1.8	36.8	
1	13.000	13.000	0.9	22.1	UnderSpeed x
1:EventB4					
1	13.100	13.100	0.0	9.3	UnderSpeed x 1
1	13.200	13.200	0.1	20.0	UnderSpeed x 1
1	13.300	13.300	3.0	28.8	UnderSpeed x 1
1	13.400	13.400	1.8	25.1	UnderSpeed x 2
1	13.500	13.500	0.0	19.8	UnderSpeed x 1
1	13.600	13.600	0.0	13.5	UnderSpeed x 1
1	13.700	13.700	3.0	29.6	UnderSpeed x
1:EventA14					
1	13.800	13.800	3.4	40.8	EventA15
1	13.900	13.900	1.8	54.4	
1	14.000	14.000	2.3	52.8	
1	14.100	14.100	1.7	52.8	
1	14.200	14.200	2.1	54.4	
1	14.300	14.300	1.8	56.3	
1	14.400	14.400	1.3	55.6	
1	14.500	14.500	1.6	53.6	
1	14.600	14.600	2.6	53.4	EventA16
1	14.700	14.700	3.0	54.3	EventA17
1	14.800	14.800	1.5	55.2	
1	14.900	14.900	1.4	55.9	
1	15.000	15.000	2.1	53.3	
1	15.100	15.100	1.5	53.2	
1	15.200	15.200	2.0	56.3	
1	15.300	15.300	1.3	58.2	
1	15.400	15.400	1.4	58.9	
1	15.500	15.500	3.3	55.3	EventA18
1	15.600	15.600	2.3	51.7	EventA19
1	15.700	15.700	3.5	52.4	EventA20:EventA21
1	15.800	15.800	2.3	52.3	
1	15.900	15.900	1.7	51.5	
1	16.000	16.000	1.7	51.4	
1	16.100	16.100	2.2	52.5	
1	16.200	16.200	1.8	53.5	
1	16.300	16.300	3.0	54.0	
1	16.400	16.400	1.9	52.4	
1	16.500	16.500	1.6	49.4	

1	16.600	16.600	1.5	46.9	
1	16.700	16.700	3.3	47.3	EventA22
1	16.800	16.800	3.2	48.3	EventA23
1	16.900	16.900	2.6	48.9	
1	17.000	17.000	2.4	51.1	EventA24
1	17.100	17.100	4.0	53.9	
1	17.200	17.200	4.3	53.7	EventA25
1	17.300	17.300	3.2	54.0	
1	17.400	17.400	2.9	52.1	EventA26
1	17.500	17.500	2.2	52.8	
1	17.600	17.600	2.9	52.2	EventA27
1	17.700	17.700	2.6	52.4	
1	17.800	17.800	2.9	53.1	EventA28
1	17.900	17.900	1.8	54.1	
1	18.000	18.000	3.5	52.2	
1	18.100	18.100	2.8	49.0	
1	18.200	18.200	3.7	42.6	EventA29
1	18.265	18.265	4.2	29.2	UnderSpeed x

1:EventA30

Average IRI value is 2.3 m/km

Legend:

Excellent:	Below	2.0
Good:	From	2.0 to 4.0
Fair:	From	4.0 to 6.0
Poor:	From	6.0 to 10.0
Bad:	Above	10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205
SECTION: FROM: TO:
SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 10:09:24
TRAVEL DIRECTION:
REFERENCE:
VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up
OPERATOR: Jesús Fernández
LEAD IN: 183m
COMMENTS: Iteración 1

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.3	48.6	
1	0.200	0.200	5.8	44.6	
1	0.300	0.300	2.7	46.5	
1	0.326	0.326	1.0	8.9	UnderSpeed x 1
2	0.100	0.426	2.4	23.3	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.526	2.9	38.4	
2	0.300	0.626	2.8	35.7	
2	0.400	0.726	1.9	41.8	
2	0.500	0.826	2.3	46.4	
2	0.544	0.870	3.0	41.8	
3	0.100	0.970	2.0	35.7	
3	0.200	1.070	1.6	30.8	
3	0.277	1.147	1.4	27.0	UnderSpeed x 1
4	0.100	1.247	1.1	9.0	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
4	0.200	1.347	0.7	6.2	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
4	0.300	1.447	2.8	35.3	
4	0.400	1.547	3.2	31.6	
4	0.500	1.647	3.1	30.7	
4	0.600	1.747	2.6	32.4	
4	0.700	1.847	3.1	30.4	
4	0.800	1.947	2.5	31.2	
4	0.900	2.047	3.0	35.7	
4	1.000	2.147	1.9	32.0	
4	1.100	2.247	1.7	35.1	
4	1.200	2.347	1.9	33.3	
4	1.300	2.447	2.3	32.8	
4	1.400	2.547	2.6	33.8	
4	1.465	2.612	2.0	33.5	
5	0.100	2.712	1.7	38.8	
5	0.200	2.812	2.6	41.5	
5	0.300	2.912	1.9	46.7	
5	0.400	3.012	2.3	47.0	

5	0.500	3.112	2.7	36.4	
5	0.600	3.212	1.9	34.1	
5	0.700	3.312	2.3	36.5	
5	0.800	3.412	2.7	37.3	
5	0.900	3.512	1.3	18.6	UnderSpeed x 1:EventA1
5	1.000	3.612	2.2	24.8	UnderSpeed x 1:EventA2
5	1.100	3.712	3.2	49.1	
5	1.200	3.812	2.2	48.0	
5	1.300	3.912	1.8	52.7	
5	1.400	4.012	3.0	50.3	
5	1.500	4.112	4.3	46.8	
5	1.600	4.212	2.2	49.3	
5	1.700	4.312	3.2	52.5	
5	1.800	4.412	2.2	48.5	
5	1.900	4.512	2.8	45.4	
5	2.000	4.612	2.3	47.3	
5	2.100	4.712	3.5	48.1	EventA3:EventA4
5	2.200	4.812	2.2	45.7	
5	2.265	4.877	1.7	47.7	
6	0.100	4.977	2.0	48.9	
6	0.200	5.077	2.5	48.8	
6	0.300	5.177	2.6	47.1	
6	0.400	5.277	2.5	48.6	
6	0.500	5.377	4.1	47.8	
6	0.600	5.477	2.9	47.1	
6	0.700	5.577	2.7	45.7	
6	0.800	5.677	1.5	48.8	
6	0.872	5.749	2.3	44.0	
7	0.100	5.849	3.1	36.8	
7	0.200	5.949	3.7	41.7	
7	0.300	6.049	4.0	47.4	
7	0.356	6.105	3.7	38.1	

Average IRI value is 2.5 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205
SECTION: FROM: TO:
SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 10:32:12
TRAVEL DIRECTION:
REFERENCE:
VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up
OPERATOR: Jesús Fernández
LEAD IN: 182m
COMMENTS: Iteración 2

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.3	47.4	
1	0.200	0.200	5.8	48.6	
1	0.300	0.300	2.8	50.7	
1	0.326	0.326	2.5	38.4	
2	0.100	0.426	3.0	32.8	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.526	3.2	51.0	
2	0.300	0.626	2.9	49.9	EventA1
2	0.400	0.726	1.8	48.1	
2	0.500	0.826	2.3	48.1	
2	0.545	0.871	2.8	47.4	
3	0.100	0.971	2.1	41.2	
3	0.200	1.071	2.0	33.4	
3	0.275	1.146	2.0	27.8	UnderSpeed x 1
4	0.100	1.246	2.5	34.0	
4	0.200	1.346	0.5	14.2	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
4	0.300	1.446	3.0	31.4	
4	0.400	1.546	3.0	30.4	
4	0.500	1.646	3.5	37.1	
4	0.600	1.746	3.0	37.5	EventA2
4	0.700	1.846	2.6	42.1	
4	0.800	1.946	2.7	43.0	
4	0.900	2.046	2.8	45.5	
4	1.000	2.146	2.4	41.3	
4	1.100	2.246	2.0	37.4	
4	1.200	2.346	1.9	40.4	
4	1.300	2.446	2.3	45.2	
4	1.400	2.546	2.5	52.1	
4	1.469	2.615	1.6	51.5	
5	0.100	2.715	1.7	51.0	
5	0.200	2.815	2.9	51.4	
5	0.300	2.915	2.0	44.5	
5	0.400	3.015	1.0	24.8	UnderSpeed x 1

5	0.500	3.115	2.0	40.9	
5	0.600	3.215	2.0	42.9	
5	0.700	3.315	2.3	48.3	
5	0.800	3.415	2.3	44.7	
5	0.900	3.515	0.4	12.2	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA3
5	1.000	3.615	0.8	20.3	UnderSpeed x 1:EventA4
5	1.100	3.715	3.2	48.1	
5	1.200	3.815	2.3	47.9	
5	1.300	3.915	1.7	49.3	
5	1.400	4.015	3.1	48.5	
5	1.500	4.115	3.7	32.8	UnderSpeed x 1
5	1.600	4.215	2.5	27.3	UnderSpeed x 1
5	1.700	4.315	2.9	41.4	
5	1.800	4.415	2.1	41.6	
5	1.900	4.515	2.8	42.1	
5	2.000	4.615	2.3	43.7	
5	2.100	4.715	3.1	44.1	
5	2.200	4.815	2.0	44.1	
5	2.300	4.915	2.1	47.2	
5	2.311	4.926	2.3	45.2	
6	0.100	5.026	2.0	46.1	
6	0.200	5.126	2.8	45.3	
6	0.300	5.226	2.0	44.8	
6	0.400	5.326	3.1	47.4	
6	0.500	5.426	4.1	48.4	
6	0.600	5.526	2.8	46.5	
6	0.700	5.626	2.2	35.5	
6	0.800	5.726	1.9	33.6	UnderSpeed x 1
6	0.817	5.743	2.7	40.2	
7	0.100	5.843	3.3	38.4	
7	0.200	5.943	3.4	39.9	
7	0.300	6.043	4.0	54.3	OverSpeed x 3
7	0.320	6.064	4.5	57.8	OverSpeed x 2

Average IRI value is 2.5 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205
SECTION: FROM: TO:
SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 10:55:45
TRAVEL DIRECTION:
REFERENCE:
VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up
OPERATOR: Jesús Fernández
LEAD IN: 187m
COMMENTS: Iteración 3

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.2	36.2	
1	0.200	0.200	5.9	40.6	
1	0.300	0.300	2.5	42.6	
1	0.327	0.327	2.2	40.3	
2	0.100	0.427	4.2	32.4	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.527	3.2	46.5	
2	0.300	0.627	3.1	47.7	EventA1
2	0.400	0.727	1.8	43.7	
2	0.500	0.827	2.2	46.0	
2	0.542	0.869	3.1	47.7	
3	0.100	0.969	2.1	49.5	
3	0.200	1.069	1.9	51.3	
3	0.300	1.169	1.6	21.3	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
3	0.400	1.269	0.0	5.8	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
3	0.500	1.369	1.3	6.4	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
3	0.600	1.469	2.6	46.7	
3	0.700	1.569	3.4	51.0	
3	0.800	1.669	3.9	55.2	EventA2
3	0.900	1.769	2.9	54.4	
3	1.000	1.869	2.5	53.0	
3	1.100	1.969	2.5	51.1	
3	1.200	2.069	2.7	51.7	
3	1.300	2.169	1.7	47.0	
3	1.400	2.269	1.8	54.2	
3	1.500	2.369	2.0	49.6	
3	1.600	2.469	2.6	52.9	EventA3
3	1.700	2.569	2.3	54.3	
3	1.743	2.612	1.7	51.5	
4	0.100	2.712	1.8	52.3	
4	0.200	2.812	2.8	54.5	EventA4
4	0.300	2.912	2.1	54.3	
4	0.400	3.012	2.4	51.3	

4	0.500	3.112	2.2	46.2	
4	0.600	3.212	1.4	23.5	UnderSpeed x 1
4	0.700	3.312	2.2	36.5	
4	0.800	3.412	3.0	36.7	EventA5
4	0.900	3.512	1.5	23.2	UnderSpeed x 1:EventA6
4	1.000	3.612	2.1	20.9	UnderSpeed x 1:EventA7
4	1.100	3.712	3.1	46.6	
4	1.200	3.812	2.2	47.5	
4	1.300	3.912	1.7	53.7	
4	1.400	4.012	3.1	50.6	
4	1.500	4.112	4.0	46.0	
4	1.600	4.212	2.1	48.8	
4	1.700	4.312	3.3	52.2	
4	1.800	4.412	2.5	56.7	
4	1.900	4.512	3.4	59.0	OverSpeed x 17
4	2.000	4.612	2.3	56.1	
4	2.100	4.712	3.5	48.2	EventA8
4	2.200	4.812	1.9	49.0	
4	2.300	4.912	2.2	51.5	
4	2.312	4.924	1.8	49.7	
5	0.100	5.024	2.1	47.6	
5	0.200	5.124	2.9	45.2	
5	0.300	5.224	1.9	44.4	
5	0.400	5.324	3.1	45.1	
5	0.500	5.424	4.0	46.3	
5	0.600	5.524	3.0	45.5	
5	0.700	5.624	2.2	46.9	
5	0.800	5.724	1.7	46.8	
5	0.823	5.747	2.0	37.3	
6	0.100	5.847	3.2	33.2	
6	0.200	5.947	3.3	35.0	
6	0.300	6.047	3.8	36.7	
6	0.320	6.067	3.6	33.9	

Average IRI value is 2.6 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205
SECTION: FROM: TO:
SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 11:18:56
TRAVEL DIRECTION:
REFERENCE:
VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up
OPERATOR: Jesús Fernández
LEAD IN: 182m
COMMENTS: Iteración 4

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.2	39.0	
1	0.200	0.200	5.9	42.6	
1	0.300	0.300	2.7	43.3	
1	0.326	0.326	1.9	13.1	UnderSpeed x 1
2	0.100	0.426	3.7	28.1	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.526	3.5	37.4	
2	0.300	0.626	2.9	48.0	
2	0.400	0.726	1.8	42.7	
2	0.500	0.826	2.6	34.6	
2	0.541	0.867	3.2	30.6	
3	0.100	0.967	2.3	34.5	
3	0.200	1.067	1.5	31.0	UnderSpeed x 1
3	0.275	1.143	1.5	30.8	UnderSpeed x 1
4	0.100	1.243	2.5	39.4	
4	0.200	1.343	1.3	6.7	Stopped x 2:UnderSpeed x 1:Semáforo en rojo
4	0.300	1.443	2.8	34.6	
4	0.400	1.543	1.5	21.7	UnderSpeed x 1
4	0.500	1.643	3.5	43.4	
4	0.600	1.743	2.9	54.2	
4	0.700	1.843	2.8	50.1	
4	0.800	1.943	2.6	48.3	
4	0.900	2.043	2.8	47.6	
4	1.000	2.143	1.8	46.7	
4	1.100	2.243	1.9	46.3	
4	1.200	2.343	2.0	44.3	
4	1.300	2.443	2.6	50.7	
4	1.400	2.543	2.9	55.9	
4	1.468	2.611	1.7	54.9	
5	0.100	2.711	1.8	48.5	
5	0.200	2.811	2.8	41.4	
5	0.300	2.911	1.8	37.1	

5	0.400	3.010	0.8	14.7	UnderSpeed x 1:Semáforo en rojo
5	0.500	3.110	1.8	35.8	
5	0.600	3.210	1.8	42.5	
5	0.700	3.310	2.2	43.9	
5	0.800	3.410	2.8	42.0	
5	0.900	3.510	1.0	16.3	UnderSpeed x 1:Reductor de velocidad
5	1.000	3.610	2.0	21.3	UnderSpeed x 1:Reductor de velocidad
5	1.100	3.710	3.2	54.2	OverSpeed x 5
5	1.200	3.810	2.2	54.3	
5	1.300	3.910	1.7	56.3	
5	1.400	4.010	3.1	53.7	
5	1.500	4.110	4.3	48.1	
5	1.600	4.210	2.3	50.2	
5	1.700	4.310	3.1	56.2	
5	1.800	4.410	2.1	57.2	
5	1.900	4.510	3.1	55.5	
5	2.000	4.610	2.2	52.7	
5	2.100	4.710	3.4	55.1	Tapa de alcantarilla:Tapa de
alcantarilla					
5	2.200	4.810	1.9	53.3	
5	2.300	4.910	2.1	56.5	
5	2.311	4.922	1.6	56.1	
6	0.100	5.021	1.9	53.7	
6	0.200	5.121	3.0	49.1	
6	0.300	5.221	2.1	51.5	
6	0.400	5.321	3.2	54.1	
6	0.500	5.421	4.0	48.1	
6	0.600	5.521	2.6	48.0	
6	0.700	5.621	2.4	47.0	
6	0.800	5.721	2.2	49.1	
6	0.820	5.741	2.8	42.0	
7	0.100	5.841	3.1	38.0	
7	0.200	5.941	3.5	41.0	
7	0.300	6.041	3.4	38.2	
7	0.321	6.063	3.9	31.8	

Average IRI value is 2.5 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Section 1 starts at reference 1(Fin del lead in)
Section 2 starts at reference 2(Supermercado Los Gemelos)
Section 3 starts at reference 3(Musmanni Mata de Platano)
Section 4 starts at reference 4(Edificio en construcción (Proinsa))
Section 5 starts at reference 5(Bomba El Carmen)
Section 6 starts at reference 6(Plaza Luka)
Section 7 starts at reference 7(Inicio del lead out)

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 11:41:20

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 190m

COMMENTS: Iteración 5

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.0	32.2	
1	0.200	0.200	5.8	39.4	
1	0.300	0.300	2.2	37.9	
1	0.324	0.324	2.5	33.1	
2	0.100	0.424	3.4	31.5	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.524	3.2	39.5	
2	0.300	0.624	3.1	40.7	
2	0.400	0.724	1.9	40.8	
2	0.500	0.824	2.2	34.2	UnderSpeed x 1
2	0.538	0.863	3.3	48.9	
3	0.100	0.963	1.3	15.1	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
3	0.200	1.063	1.5	26.0	UnderSpeed x 1
3	0.279	1.142	1.9	32.9	
4	0.100	1.242	2.7	35.1	
4	0.200	1.342	0.9	14.3	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB2
4	0.300	1.442	3.0	29.7	
4	0.400	1.542	3.0	32.2	
4	0.500	1.642	3.0	19.8	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB3
4	0.600	1.742	3.5	58.7	OverSpeed x 2:EventA1
4	0.700	1.842	2.5	48.9	
4	0.800	1.942	2.6	42.5	
4	0.900	2.042	2.8	44.3	EventA2
4	1.000	2.142	1.8	44.4	
4	1.100	2.242	1.8	44.0	
4	1.200	2.342	1.8	44.2	
4	1.300	2.442	2.7	46.1	EventA3
4	1.400	2.542	2.5	44.9	
4	1.465	2.606	1.8	37.2	
5	0.100	2.706	1.5	39.5	
5	0.200	2.806	2.6	40.5	
5	0.300	2.906	2.3	43.1	EventA4
5	0.400	3.006	2.1	39.8	

5	0.500	3.106	2.6	33.8	EventA5
5	0.600	3.206	2.0	35.0	
5	0.700	3.306	2.0	26.6	UnderSpeed x 1:EventB4
5	0.800	3.406	1.2	19.8	UnderSpeed x 1
5	0.900	3.506	0.1	11.8	UnderSpeed x 1:EventA6
5	1.000	3.606	1.5	20.6	UnderSpeed x 2:EventA7
5	1.100	3.706	2.8	39.0	
5	1.200	3.806	1.9	36.5	
5	1.300	3.906	1.7	42.4	
5	1.400	4.006	3.2	46.0	
5	1.500	4.106	4.1	42.6	
5	1.600	4.206	2.2	38.9	
5	1.700	4.306	3.3	36.5	
5	1.800	4.406	1.6	28.5	UnderSpeed x 1:EventB5
5	1.900	4.506	3.0	53.0	
5	2.000	4.606	2.4	56.6	
5	2.100	4.706	3.8	55.3	EventA8
5	2.200	4.806	2.0	55.1	
5	2.300	4.906	2.2	54.9	
5	2.315	4.922	2.4	50.3	
6	0.100	5.022	2.0	46.7	
6	0.200	5.122	3.0	45.2	
6	0.300	5.222	2.1	47.9	
6	0.400	5.322	3.1	46.1	
6	0.500	5.422	4.0	45.9	
6	0.600	5.522	1.1	14.7	UnderSpeed x 1:EventB6
6	0.700	5.622	2.5	29.5	
6	0.800	5.722	1.7	36.7	
6	0.829	5.751	1.8	28.7	
7	0.100	5.851	2.8	32.7	
7	0.175	5.926	3.0	30.0	UnderSpeed x 1

Average IRI value is 2.4 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 12:07:41

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 188m

COMMENTS: Iteración 6

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.2	45.1	
1	0.200	0.200	5.7	49.2	OverSpeed x 1
1	0.300	0.300	2.6	55.8	OverSpeed x 2
1	0.323	0.323	2.6	45.2	
2	0.100	0.423	3.8	33.5	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.523	3.5	51.1	EventA1
2	0.300	0.623	3.4	55.2	EventA2
2	0.400	0.723	1.8	54.8	
2	0.500	0.823	2.3	53.4	
2	0.548	0.872	2.6	55.5	
3	0.100	0.972	2.1	56.0	
3	0.200	1.072	1.9	55.7	
3	0.272	1.144	2.2	54.5	
4	0.100	1.244	2.6	37.0	
4	0.200	1.344	1.6	9.0	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
4	0.300	1.444	2.9	29.0	UnderSpeed x 2
4	0.400	1.544	2.8	39.2	
4	0.500	1.644	3.5	46.6	
4	0.600	1.744	3.0	53.2	EventA3
4	0.700	1.844	2.6	47.4	
4	0.800	1.944	2.6	43.3	
4	0.900	2.044	2.7	46.7	EventA4
4	1.000	2.144	1.9	49.0	
4	1.100	2.244	2.1	46.9	
4	1.200	2.344	2.0	45.7	
4	1.300	2.444	2.1	7.4	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB2
4	1.400	2.544	0.4	9.9	UnderSpeed x 1
4	1.467	2.611	2.7	46.4	OverSpeed x 2
5	0.100	2.711	2.6	57.5	OverSpeed x 4
5	0.200	2.811	2.9	56.6	
5	0.300	2.911	2.3	54.8	EventA5
5	0.400	3.011	2.4	54.0	

5	0.500	3.111	2.4	55.4	EventA6
5	0.600	3.211	2.0	54.4	
5	0.700	3.311	2.3	55.1	
5	0.800	3.411	3.2	51.5	
5	0.900	3.511	1.3	16.5	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA7
5	1.000	3.611	2.0	25.4	UnderSpeed x 1:EventA8
5	1.100	3.711	3.0	50.4	
5	1.200	3.811	2.3	50.7	
5	1.300	3.911	1.8	54.6	
5	1.400	4.011	3.1	51.8	
5	1.500	4.111	4.3	49.8	
5	1.600	4.211	2.3	53.3	
5	1.700	4.311	3.4	58.7	OverSpeed x 3
5	1.800	4.411	2.5	59.3	OverSpeed x 6
5	1.900	4.511	3.1	57.9	OverSpeed x 1
5	2.000	4.611	2.4	55.7	
5	2.100	4.711	3.8	54.8	EventA9:EventA10
5	2.200	4.811	2.0	57.5	OverSpeed x 7
5	2.300	4.911	2.3	56.0	OverSpeed x 1
5	2.313	4.924	1.9	55.2	
6	0.100	5.024	2.0	52.9	
6	0.200	5.124	3.0	52.1	
6	0.300	5.224	2.2	54.3	
6	0.400	5.324	3.2	52.7	
6	0.500	5.424	4.2	50.5	
6	0.600	5.524	2.9	49.8	
6	0.700	5.624	2.3	51.7	
6	0.800	5.724	1.9	53.1	
6	0.823	5.747	2.4	36.6	
7	0.100	5.847	3.8	41.0	
7	0.200	5.947	3.9	51.6	
7	0.300	6.047	4.1	56.7	
7	0.318	6.065	4.3	55.9	

Average IRI value is 2.7 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 12:30:58

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 194m

COMMENTS: Iteración 7

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.5	29.9	
1	0.200	0.200	5.7	38.2	
1	0.300	0.300	2.7	47.9	
1	0.325	0.325	2.6	38.2	
2	0.100	0.425	4.4	32.4	UnderSpeed x 1
2	0.200	0.525	3.7	22.7	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
2	0.300	0.625	3.0	48.4	
2	0.400	0.725	1.7	54.7	
2	0.500	0.825	2.5	53.1	
2	0.544	0.868	2.9	53.2	
3	0.100	0.968	2.1	52.8	
3	0.200	1.068	2.0	52.8	
3	0.277	1.145	2.0	39.3	
4	0.100	1.245	0.2	13.0	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
4	0.200	1.345	0.7	3.8	Stopped x 2:UnderSpeed x 2:EventB2
4	0.300	1.445	3.1	37.9	UnderSpeed x 1
4	0.400	1.545	2.9	34.0	UnderSpeed x 1
4	0.500	1.645	3.1	47.4	EventA1
4	0.600	1.745	3.1	56.7	
4	0.700	1.845	2.7	55.6	
4	0.800	1.945	2.8	51.1	EventA2
4	0.900	2.045	2.8	48.2	EventA3
4	1.000	2.145	1.5	14.3	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB3
4	1.100	2.245	1.8	46.8	
4	1.200	2.345	2.2	50.5	
4	1.300	2.445	2.7	52.0	
4	1.400	2.545	2.8	52.1	
4	1.457	2.602	2.5	52.7	EventA4
5	0.100	2.702	1.5	54.5	
5	0.200	2.802	3.0	55.6	EventA5
5	0.300	2.902	2.4	55.7	EventA6
5	0.400	3.002	2.5	54.5	

5	0.500	3.102	2.4	52.3	
5	0.600	3.202	2.2	28.7	UnderSpeed x 1:EventB4
5	0.700	3.302	2.1	32.1	UnderSpeed x 1
5	0.800	3.402	2.6	43.4	
5	0.900	3.502	1.3	16.7	UnderSpeed x 1:EventA7
5	1.000	3.602	2.6	25.7	UnderSpeed x 1:EventA8
5	1.100	3.702	3.1	50.7	
5	1.200	3.802	2.1	41.8	
5	1.300	3.902	1.6	47.2	
5	1.400	4.002	2.9	51.5	
5	1.500	4.102	4.3	44.9	
5	1.600	4.202	2.2	39.8	
5	1.700	4.302	3.1	40.9	
5	1.800	4.402	2.3	46.8	
5	1.900	4.502	3.1	45.9	
5	2.000	4.602	2.2	45.4	
5	2.100	4.702	3.5	47.9	EventA9:EventA10
5	2.200	4.802	1.8	48.4	
5	2.300	4.902	2.1	52.3	
5	2.317	4.920	2.6	51.3	
6	0.100	5.020	1.9	39.2	UnderSpeed x 1
6	0.200	5.120	3.3	25.4	UnderSpeed x 1:EventB5
6	0.300	5.220	2.3	54.1	
6	0.400	5.320	3.2	51.9	
6	0.500	5.420	4.1	50.4	
6	0.600	5.520	2.9	51.2	
6	0.700	5.620	2.4	53.0	
6	0.800	5.720	2.0	51.4	
6	0.826	5.746	2.3	37.9	
7	0.100	5.846	3.3	36.8	
7	0.200	5.946	3.9	46.1	
7	0.300	6.046	3.4	45.8	
7	0.309	6.055	4.2	33.4	

Average IRI value is 2.6 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 12:53:35

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 178m

COMMENTS: Iteración 8

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	1.4	22.9	UnderSpeed x 1
1	0.200	0.200	5.8	38.9	
1	0.300	0.300	2.4	34.5	
1	0.324	0.324	0.5	13.1	UnderSpeed x 1
2	0.100	0.424	2.5	23.3	UnderSpeed x 1:EventB1
2	0.200	0.524	3.4	36.8	
2	0.300	0.624	2.9	42.8	
2	0.400	0.724	1.8	49.1	
2	0.500	0.824	2.4	49.5	
2	0.544	0.868	2.8	52.1	
3	0.100	0.968	2.0	51.5	
3	0.200	1.068	2.1	48.9	
3	0.276	1.144	1.8	17.8	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
4	0.100	1.244	0.0	6.1	Stopped x 2:UnderSpeed x 1:EventB2
4	0.200	1.344	1.5	11.1	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
4	0.300	1.444	2.8	37.9	
4	0.400	1.544	3.2	48.5	
4	0.500	1.644	3.6	52.2	
4	0.600	1.744	3.0	51.1	
4	0.700	1.844	2.3	47.9	
4	0.800	1.944	2.8	44.9	EventA1
4	0.900	2.044	2.9	44.5	EventA2
4	1.000	2.144	1.9	32.6	UnderSpeed x 1
4	1.100	2.244	1.9	50.9	
4	1.200	2.344	1.9	56.7	
4	1.300	2.444	2.5	54.4	EventA3
4	1.400	2.544	2.5	54.8	
4	1.476	2.620	2.1	54.8	EventA4
5	0.100	2.720	2.7	52.1	EventA5
5	0.200	2.820	2.9	53.0	
5	0.300	2.920	2.6	55.2	EventA6
5	0.400	3.020	2.2	54.8	

5	0.500	3.120	2.3	52.7	
5	0.600	3.220	2.0	54.1	
5	0.700	3.320	2.4	60.5	OverSpeed x 7
5	0.800	3.420	3.1	47.6	
5	0.900	3.520	2.0	24.4	UnderSpeed x 2:EventA7
5	1.000	3.620	2.5	25.5	UnderSpeed x 1:EventA8
5	1.100	3.720	3.4	59.5	OverSpeed x 2
5	1.200	3.820	2.2	62.9	OverSpeed x 1
5	1.300	3.920	1.8	60.0	OverSpeed x 5
5	1.400	4.020	3.2	54.6	
5	1.500	4.120	4.3	47.5	
5	1.600	4.220	2.3	46.1	
5	1.700	4.320	3.0	47.4	
5	1.800	4.420	2.5	50.6	
5	1.900	4.520	2.5	52.9	
5	2.000	4.620	2.4	54.0	
5	2.100	4.720	3.1	51.7	EventA9:EventA10
5	2.200	4.820	1.9	53.9	
5	2.300	4.920	2.4	57.4	
5	2.305	4.925	3.0	56.8	
6	0.100	5.025	2.1	56.1	
6	0.200	5.125	3.0	52.3	
6	0.300	5.225	2.4	50.9	
6	0.400	5.325	3.1	48.4	
6	0.500	5.425	4.0	48.4	
6	0.600	5.525	2.6	48.2	
6	0.700	5.625	2.2	49.1	
6	0.800	5.725	2.2	49.4	
6	0.823	5.748	2.0	38.6	
7	0.100	5.848	3.4	39.5	
7	0.200	5.948	3.9	48.5	
7	0.300	6.048	3.6	48.7	
7	0.317	6.065	3.6	38.8	

Average IRI value is 2.6 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 13:15:05

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 192m

COMMENTS: Iteración 9

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.1	36.2	
1	0.200	0.200	5.8	43.8	
1	0.300	0.300	2.6	51.1	
1	0.327	0.327	3.0	32.6	UnderSpeed x 1
2	0.100	0.427	1.9	11.5	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB1
2	0.200	0.527	3.3	37.5	
2	0.300	0.627	3.0	43.7	
2	0.400	0.727	2.0	47.5	
2	0.500	0.827	2.5	45.5	
2	0.541	0.867	3.0	46.1	
3	0.100	0.967	2.2	48.8	
3	0.200	1.067	2.1	46.9	
3	0.300	1.167	2.1	44.5	
3	0.400	1.267	1.9	7.7	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventB2
3	0.500	1.367	1.9	6.7	Stopped x 1:UnderSpeed x 1
3	0.600	1.467	3.8	34.3	
3	0.700	1.567	3.6	39.2	
3	0.800	1.667	3.6	45.0	
3	0.900	1.767	3.1	44.0	
3	1.000	1.867	2.4	39.7	EventA1
3	1.100	1.967	2.5	38.1	
3	1.200	2.067	3.0	36.3	EventA2
3	1.300	2.167	1.8	50.0	
3	1.400	2.267	1.8	50.8	
3	1.500	2.367	2.2	47.0	
3	1.600	2.467	2.8	50.1	
3	1.700	2.567	2.3	55.5	
3	1.740	2.608	1.8	57.2	
4	0.100	2.708	2.5	56.2	
4	0.200	2.808	3.0	59.1	OverSpeed x 6:EventA3
4	0.300	2.908	2.2	57.0	OverSpeed x 2:EventA4
4	0.400	3.008	2.3	55.9	

4	0.500	3.108	2.3	54.7	
4	0.600	3.208	2.2	52.7	EventA5
4	0.700	3.308	2.2	43.5	
4	0.800	3.408	2.9	45.4	
4	0.900	3.508	1.8	25.4	UnderSpeed x 1:EventA6
4	1.000	3.608	2.5	24.8	UnderSpeed x 1:EventA7
4	1.100	3.708	3.2	52.0	
4	1.200	3.808	2.3	51.3	
4	1.300	3.908	1.8	55.8	
4	1.400	4.008	2.9	55.1	
4	1.500	4.108	4.0	49.2	
4	1.600	4.208	2.4	49.1	
4	1.700	4.308	3.1	52.5	
4	1.800	4.408	2.1	54.5	
4	1.900	4.508	3.2	56.7	
4	2.000	4.608	2.3	53.8	
4	2.100	4.708	3.4	50.8	EventA8:EventA9
4	2.200	4.808	2.1	50.7	
4	2.300	4.908	2.2	57.5	
4	2.323	4.931	2.5	57.3	
5	0.100	5.031	2.0	55.7	
5	0.200	5.131	3.1	53.5	
5	0.300	5.231	2.2	49.7	
5	0.400	5.331	3.2	45.7	
5	0.500	5.431	4.0	50.1	
5	0.600	5.531	2.3	46.0	
5	0.700	5.631	2.2	49.9	
5	0.800	5.731	2.2	52.9	
5	0.821	5.752	1.8	43.8	
6	0.100	5.852	3.5	41.9	
6	0.200	5.952	3.8	47.1	
6	0.300	6.052	3.8	47.7	
6	0.308	6.060	5.2	34.9	

Average IRI value is 2.7 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Field Data Sheet

ROAD NAME: Ruta 205

SECTION: FROM: TO:

SURVEY DATE: 2023-07-19 TIME: 13:37:08

TRAVEL DIRECTION:

REFERENCE:

VEHICLE: Mitsubishi L200 Pick Up

OPERATOR: Jesús Fernández

LEAD IN: 191m

COMMENTS: Iteración 10

Roughness Value

Section	SubDist	TotDist	IRI	Speed	Events
1	0.100	0.100	2.1	38.5	
1	0.200	0.200	5.7	41.6	
1	0.300	0.300	2.5	47.0	
1	0.325	0.325	2.7	28.9	UnderSpeed x 1
2	0.100	0.425	2.0	22.4	UnderSpeed x 1:EventB1
2	0.200	0.525	3.2	52.3	
2	0.300	0.625	3.2	51.5	EventA1
2	0.400	0.725	1.8	51.4	
2	0.500	0.825	2.3	46.1	
2	0.545	0.870	2.9	40.3	
3	0.100	0.970	1.8	39.5	
3	0.200	1.070	1.9	42.3	
3	0.276	1.146	2.1	32.4	UnderSpeed x 1
4	0.100	1.246	2.5	47.0	
4	0.200	1.346	1.6	6.7	UnderSpeed x 1:EventB2
4	0.300	1.446	5.7	35.2	UnderSpeed x 1
4	0.400	1.546	3.2	48.2	
4	0.500	1.646	3.7	54.4	
4	0.600	1.746	3.1	58.9	OverSpeed x 6:EventA2:EventA3
4	0.700	1.846	3.0	53.1	EventA4
4	0.800	1.946	2.7	50.2	
4	0.900	2.046	2.8	52.4	
4	1.000	2.146	1.7	51.5	
4	1.100	2.246	1.8	49.9	
4	1.200	2.346	2.0	48.5	
4	1.300	2.446	2.6	52.1	EventA5
4	1.400	2.546	2.6	54.2	
4	1.500	2.646	1.8	53.3	EventA6
4	1.600	2.746	2.0	50.0	
4	1.700	2.846	2.9	52.1	EventA7:EventA8
4	1.800	2.946	1.9	54.8	
4	1.900	3.046	2.4	52.5	

4	2.000	3.146	2.1	49.6	
4	2.100	3.246	1.9	49.3	
4	2.200	3.346	2.7	50.6	
4	2.300	3.446	2.1	40.0	UnderSpeed x 1
4	2.304	3.450	0.0	12.1	UnderSpeed x 1
5	0.100	3.550	0.0	8.8	Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA9
5	0.200	3.650	2.9	23.0	UnderSpeed x 1:EventA10
5	0.300	3.750	3.2	43.1	
5	0.400	3.850	1.9	45.3	
5	0.500	3.950	1.7	45.8	
5	0.600	4.050	3.6	51.7	
5	0.700	4.150	3.6	37.5	
5	0.800	4.250	2.1	38.0	
5	0.900	4.350	2.8	41.1	
5	1.000	4.450	2.3	40.8	
5	1.100	4.550	2.5	57.6	OverSpeed x 11
5	1.200	4.650	2.4	60.7	OverSpeed x 5
5	1.300	4.750	3.4	59.1	OverSpeed x 13:EventA11
5	1.400	4.850	1.5	60.5	OverSpeed x 12
5	1.484	4.934	2.5	56.4	OverSpeed x 1
6	0.100	5.034	2.1	53.3	
6	0.200	5.134	3.1	49.4	
6	0.300	5.234	2.3	45.3	
6	0.400	5.334	3.4	53.2	
6	0.500	5.434	3.7	47.3	
6	0.600	5.534	2.7	43.0	
6	0.700	5.634	2.3	44.0	
6	0.800	5.734	2.0	43.0	
6	0.817	5.752	1.7	37.3	
7	0.100	5.852	3.2	40.2	
7	0.200	5.952	3.8	44.5	
7	0.300	6.052	3.7	47.5	
7	0.334	6.085	3.5	47.1	

Average IRI value is 2.6 m/km

Legend:

Excellent: Below 2.0
Good: From 2.0 to 4.0
Fair: From 4.0 to 6.0
Poor: From 6.0 to 10.0
Bad: Above 10.0

Evaluaciones ARRB Roughometer III (Est.2+715 - Est.4+875)
ruta NACIONAL No.205 (Guadalupe - Mata de Plátano)

IRI PROMEDIO RUTA 205				ITERACIÓN 1. RUTA 205				ITERACIÓN 2. RUTA 205			
Promedio	Desviación	Rango	Error	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI
1,98	0,454	1,200	22,94%	5	0,1	2,712	1,7	5	0,1	2,715	1,7
2,84	0,143	0,400	5,03%	5	0,2	2,812	2,6	5	0,2	2,815	2,9
2,15	0,255	0,800	11,86%	5	0,3	2,912	1,9	5	0,3	2,915	2
2,04	0,613	1,700	30,06%	5	0,4	3,012	2,3	5	0,4	3,015	1
2,28	0,270	0,900	11,84%	5	0,5	3,112	2,7	5	0,5	3,115	2
1,94	0,227	0,800	11,70%	5	0,6	3,212	1,9	5	0,6	3,215	2
2,27	0,189	0,700	8,32%	5	0,7	3,312	2,3	5	0,7	3,315	2,3
2,59	0,597	2,000	23,05%	5	0,8	3,412	2,7	5	0,8	3,415	2,3
1,07	0,690	2,000	64,46%	5	0,9	3,512	1,3	5	0,9	3,515	0,4
1,82	0,835	2,600	45,88%	5	1	3,612	2,2	5	1	3,615	0,8
3,11	0,173	0,600	5,56%	5	1,1	3,712	3,2	5	1,1	3,715	3,2
2,29	0,341	1,300	14,91%	5	1,2	3,812	2,2	5	1,2	3,815	2,3
1,75	0,085	0,300	4,86%	5	1,3	3,912	1,8	5	1,3	3,915	1,7
2,93	0,445	1,500	15,18%	5	1,4	4,012	3	5	1,4	4,015	3,1
4,09	0,264	0,700	6,46%	5	1,5	4,112	4,3	5	1,5	4,115	3,7
2,41	0,433	1,500	17,98%	5	1,6	4,212	2,2	5	1,6	4,215	2,5
3,05	0,366	1,300	12,00%	5	1,7	4,312	3,2	5	1,7	4,315	2,9
2,27	0,330	1,200	14,54%	5	1,8	4,412	2,2	5	1,8	4,415	2,1
2,93	0,333	1,100	11,38%	5	1,9	4,512	2,8	5	1,9	4,515	2,8
2,33	0,095	0,300	4,07%	5	2	4,612	2,3	5	2	4,615	2,3
3,35	0,409	1,400	12,21%	5	2,1	4,712	3,5	5	2,1	4,715	3,1
2,12	0,464	1,600	21,88%	5	2,2	4,812	2,2	5	2,2	4,815	2
2,08	0,274	0,900	13,18%	5	2,265	4,877	1,7	5	2,3	4,915	2,1
ITERACIÓN 3. RUTA 205				ITERACIÓN 4. RUTA 205				ITERACIÓN 5. RUTA 205			
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI
4	0,1	2,712	1,8	5	0,1	2,711	1,8	5	0,1	2,706	1,5
4	0,2	2,812	2,8	5	0,2	2,811	2,8	5	0,2	2,806	2,6
4	0,3	2,912	2,1	5	0,3	2,911	1,8	5	0,3	2,906	2,3
4	0,4	3,012	2,4	5	0,4	3,01	0,8	5	0,4	3,006	2,1
4	0,5	3,112	2,2	5	0,5	3,11	1,8	5	0,5	3,106	2,6
4	0,6	3,212	1,4	5	0,6	3,21	1,8	5	0,6	3,206	2
4	0,7	3,312	2,2	5	0,7	3,31	2,2	5	0,7	3,306	2
4	0,8	3,412	3	5	0,8	3,41	2,8	5	0,8	3,406	1,2
4	0,9	3,512	1,5	5	0,9	3,51	1	5	0,9	3,506	0,1
4	1	3,612	2,1	5	1	3,61	2	5	1	3,606	1,5
4	1,1	3,712	3,1	5	1,1	3,71	3,2	5	1,1	3,706	2,8
4	1,2	3,812	2,2	5	1,2	3,81	2,2	5	1,2	3,806	1,9
4	1,3	3,912	1,7	5	1,3	3,91	1,7	5	1,3	3,906	1,7
4	1,4	4,012	3,1	5	1,4	4,01	3,1	5	1,4	4,006	3,2
4	1,5	4,112	4	5	1,5	4,11	4,3	5	1,5	4,106	4,1
4	1,6	4,212	2,1	5	1,6	4,21	2,3	5	1,6	4,206	2,2
4	1,7	4,312	3,3	5	1,7	4,31	3,1	5	1,7	4,306	3,3
4	1,8	4,412	2,5	5	1,8	4,41	2,1	5	1,8	4,406	1,6
4	1,9	4,512	3,4	5	1,9	4,51	3,1	5	1,9	4,506	3
4	2	4,612	2,3	5	2	4,61	2,2	5	2	4,606	2,4
4	2,1	4,712	3,5	5	2,1	4,71	3,4	5	2,1	4,706	3,8
4	2,2	4,812	1,9	5	2,2	4,81	1,9	5	2,2	4,806	2
4	2,3	4,912	2,2	5	2,3	4,91	2,1	5	2,3	4,906	2,2
ITERACIÓN 6. RUTA 205				ITERACIÓN 7. RUTA 205				ITERACIÓN 8. RUTA 205			
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI
5	0,1	2,711	2,6	5	0,1	2,702	1,5	5	0,1	2,72	2,7
5	0,2	2,811	2,9	5	0,2	2,802	3	5	0,2	2,82	2,9
5	0,3	2,911	2,3	5	0,3	2,902	2,4	5	0,3	2,92	2,6
5	0,4	3,011	2,4	5	0,4	3,002	2,5	5	0,4	3,02	2,2
5	0,5	3,111	2,4	5	0,5	3,102	2,4	5	0,5	3,12	2,3
5	0,6	3,211	2	5	0,6	3,202	2,2	5	0,6	3,22	2
5	0,7	3,311	2,3	5	0,7	3,302	2,1	5	0,7	3,32	2,4
5	0,8	3,411	3,2	5	0,8	3,402	2,6	5	0,8	3,42	3,1
5	0,9	3,511	1,3	5	0,9	3,502	1,3	5	0,9	3,52	2
5	1	3,611	2	5	1	3,602	2,6	5	1	3,62	2,5
5	1,1	3,711	3	5	1,1	3,702	3,1	5	1,1	3,72	3,4
5	1,2	3,811	2,3	5	1,2	3,802	2,1	5	1,2	3,82	2,2
5	1,3	3,911	1,8	5	1,3	3,902	1,6	5	1,3	3,92	1,8
5	1,4	4,011	3,1	5	1,4	4,002	2,9	5	1,4	4,02	3,2
5	1,5	4,111	4,3	5	1,5	4,102	4,3	5	1,5	4,12	4,3
5	1,6	4,211	2,3	5	1,6	4,202	2,2	5	1,6	4,22	2,3
5	1,7	4,311	3,4	5	1,7	4,302	3,1	5	1,7	4,32	3
5	1,8	4,411	2,5	5	1,8	4,402	2,3	5	1,8	4,42	2,5
5	1,9	4,511	3,1	5	1,9	4,502	3,1	5	1,9	4,52	2,5
5	2	4,611	2,4	5	2	4,602	2,2	5	2	4,62	2,4
5	2,1	4,711	3,8	5	2,1	4,702	3,5	5	2,1	4,72	3,1
5	2,2	4,811	2	5	2,2	4,802	1,8	5	2,2	4,82	1,9
5	2,3	4,911	2,3	5	2,3	4,902	2,1	5	2,3	4,92	2,4
ITERACIÓN 9. RUTA 205				ITERACIÓN 10. RUTA 205							
SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI	SectionID	SubDistance	TotalDistance	IRI				
4	0,1	2,708	2,5	4	1,6	2,746	2				
4	0,2	2,808	3	4	1,7	2,846	2,9				
4	0,3	2,908	2,2	4	1,8	2,946	1,9				
4	0,4	3,008	2,3	4	1,9	3,046	2,4				
4	0,5	3,108	2,3	4	2	3,146	2,1				
4	0,6	3,208	2,2	4	2,1	3,246	1,9				
4	0,7	3,308	2,2	4	2,2	3,346	2,7				
4	0,8	3,408	2,9	4	2,3	3,446	2,1				
4	0,9	3,508	1,8	4	2,304	3,45	0				
4	1	3,608	2,5	5	0,1	3,55	0				
4	1,1	3,708	3,2	5	0,2	3,65	2,9				
4	1,2	3,808	2,3	5	0,3	3,75	3,2				
4	1,3	3,908	1,8	5	0,4	3,85	1,9				
4	1,4	4,008	2,9	5	0,5	3,95	1,7				
4	1,5	4,108	4	5	0,6	4,05	3,6				
4	1,6	4,208	2,4	5	0,7	4,15	3,6				
4	1,7	4,308	3,1	5	0,8	4,25	2,1				
4	1,8	4,408	2,1	5	0,9	4,35	2,8				
4	1,9	4,508	3,2	5	1	4,45	2,3				
4	2	4,608	2,3	5	1,1	4,55	2,5				
4	2,1	4,708	3,4	5	1,2	4,65	2,4				
4	2,2	4,808	2,1	5	1,3	4,75	3,4				
4	2,3	4,908	2,2	5	1,4	4,85	1,5				

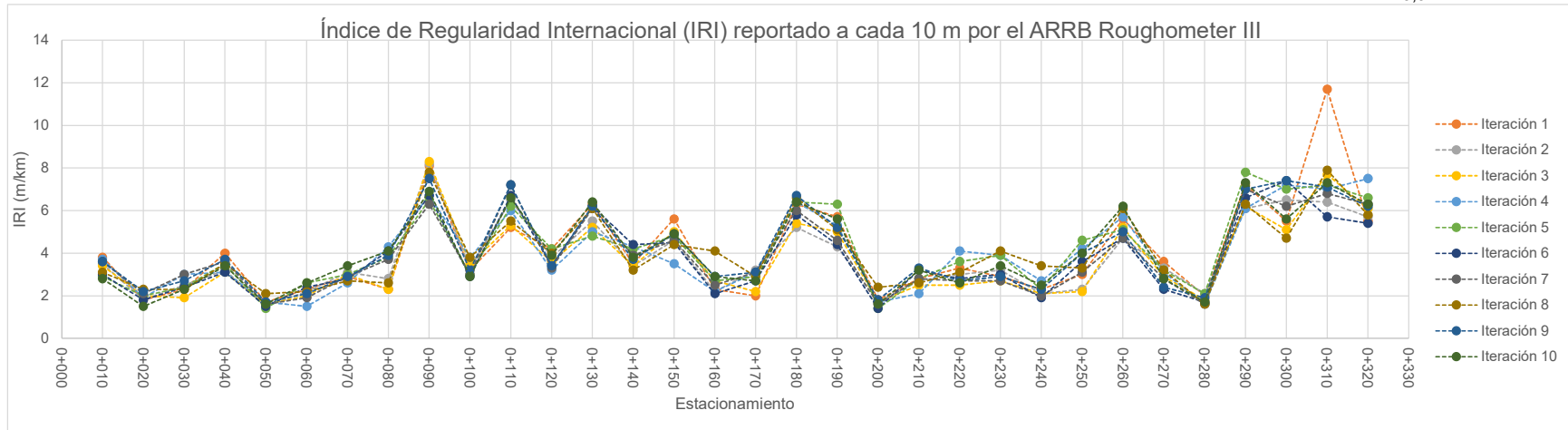
Apéndice 3. Resultados mediciones de validación del equipo ARRB Roughometer III.

REPETIBILIDADES

RUTA NACIONAL No.175 (RADIAL PASO ANCHO)

Estación Inicial	Estación Final	Longitud del segmento	Iter 1	Iter 2	Iter 3	Iter 4	Iter 5	Iter 6	Iter 7	Iter 8	Iter 9	Iter 10	Promedio	Desviación
0+000	0+010	10,00	3,8	3,5	3,4	3,7	2,9	3	3,6	3,1	3,6	2,8	3,34	0,360
0+010	0+020	10,00	1,8	1,8	2	1,9	2	1,8	2,1	2,3	2,2	1,5	1,94	0,232
0+020	0+030	10,00	2,3	2,5	1,9	3	2,4	2,4	3	2,3	2,7	2,3	2,48	0,339
0+030	0+040	10,00	4	3,2	3,1	3,1	3,5	3,1	3,6	3,5	3,7	3,4	3,42	0,301
0+040	0+050	10,00	1,7	1,5	1,6	1,7	1,4	1,5	1,6	2,1	1,7	1,6	1,64	0,190
0+050	0+060	10,00	2,3	2,2	2	1,5	2,6	2,4	1,9	2,2	2,1	2,6	2,18	0,333
0+060	0+070	10,00	2,9	3,1	3	2,6	3	2,8	2,9	2,7	2,9	3,4	2,93	0,221
0+070	0+080	10,00	2,3	2,8	2,3	4,3	3,8	4,1	3,7	2,6	3,9	4,1	3,39	0,796
0+080	0+090	10,00	8,1	8,2	8,3	6,7	6,5	6,7	6,3	7,8	7,5	6,9	7,30	0,764
0+090	0+100	10,00	3,2	3,3	3,5	3,8	3	2,9	3	3,8	3,2	2,9	3,26	0,341
0+100	0+110	10,00	5,2	6,5	5,3	6	6,2	6,7	7,2	5,5	7,2	6,6	6,24	0,732
0+110	0+120	10,00	4,2	3,8	3,6	3,2	4,2	3,4	3,3	4	3,4	3,9	3,70	0,371
0+120	0+130	10,00	6,3	5,5	5,2	5	4,8	6,2	6,1	6,1	6,2	6,4	5,78	0,596
0+130	0+140	10,00	3,5	3,4	3,4	4,3	4,2	4,4	3,9	3,2	3,7	3,8	3,78	0,416
0+140	0+150	10,00	5,6	4,6	5	3,5	4,8	4,5	4,6	4,4	4,9	4,9	4,68	0,535
0+150	0+160	10,00	2,3	2,2	2,7	2,2	2,7	2,1	2,5	4,1	2,9	2,9	2,66	0,585
0+160	0+170	10,00	2	3,2	2,2	3,1	2,9	2,7	3,1	2,9	3,1	2,7	2,79	0,404
0+170	0+180	10,00	6,3	5,2	5,4	6,4	6,4	5,8	6	6,6	6,7	6,4	6,12	0,507
0+180	0+190	10,00	5,7	4,3	5	5,3	6,3	4,4	4,6	5,1	5,2	5,6	5,15	0,620
0+190	0+200	10,00	1,8	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,6	2,4	1,8	1,6	1,71	0,281
0+200	0+210	10,00	2,8	2,7	2,5	2,1	2,8	3,2	2,8	2,6	3,3	3,2	2,80	0,365
0+210	0+220	10,00	3,3	3	2,5	4,1	3,6	2,8	2,7	3,1	2,7	2,6	3,04	0,504
0+220	0+230	10,00	2,9	3,2	2,7	3,9	3,9	3	2,7	4,1	2,9	3,4	3,27	0,527
0+230	0+240	10,00	2,3	2,1	2,1	2,7	2,3	1,9	2	3,4	2,3	2,5	2,36	0,435
0+240	0+250	10,00	3	2,3	2,2	4,2	4,6	3,6	3,1	3,3	4	4	3,43	0,799
0+250	0+260	10,00	5,6	4,7	5,2	5,7	5,1	4,7	4,7	6,1	5	6,2	5,30	0,570
0+260	0+270	10,00	3,6	3,3	2,9	3,1	3,2	2,3	2,8	3,2	2,4	2,8	2,96	0,403
0+270	0+280	10,00	2	2,1	1,8	1,6	2,1	1,7	1,6	1,6	1,9	1,7	1,81	0,202
0+280	0+290	10,00	7,2	6,1	6,2	6,1	7,8	6,6	7	6,3	7	7,3	6,76	0,587
0+290	0+300	10,00	5,5	6,5	5,1	7,2	7	7,4	6,2	4,7	7,4	5,6	6,26	0,994
0+300	0+310	10,00	11,7	6,4	7,7	7	7,2	5,7	6,8	7,9	7,1	7,3	7,48	1,610
0+310	0+320	10,00	5,5	5,7	6,1	7,5	6,6	5,4	6,3	5,8	6,2	6,3	6,14	0,613

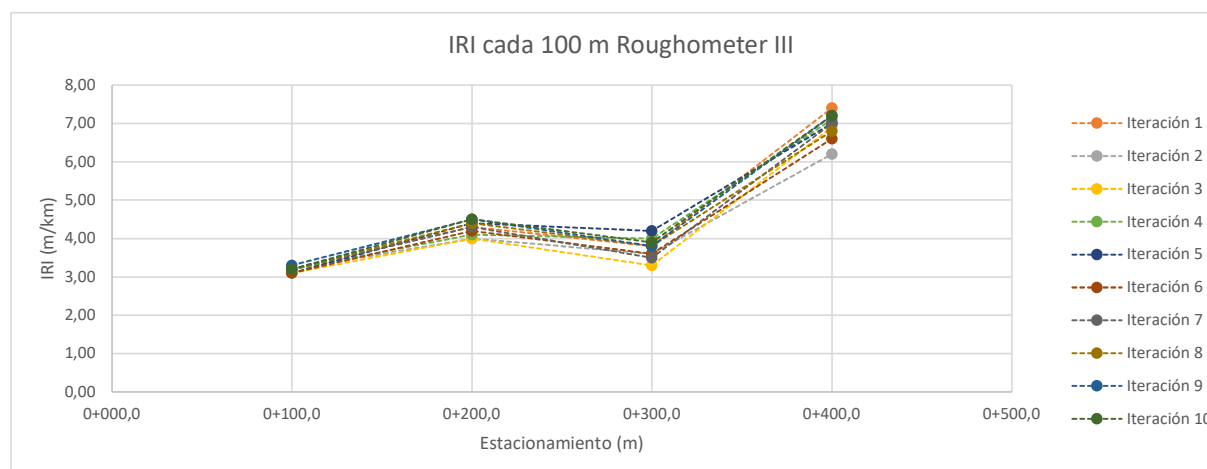
IRI Sección 3,94



REPETIBILIDADES RUTA NACIONAL No.175 (RADIAL PASO ANCHO)

Estación Inicial	Estación Final	Longitud del segmento	Iter 1	Iter 2	Iter 3	Iter 4	Iter 5	Iter 6	Iter 7	Iter 8	Iter 9	Iter 10	Promedio	Desviación
0+000,0	0+100,0	100,00	3,20	3,20	3,10	3,20	3,10	3,10	3,20	3,20	3,30	3,20	3,18	0,063
0+100,0	0+200,0	100,00	4,30	4,00	4,00	4,10	4,40	4,20	4,30	4,40	4,50	4,50	4,27	0,189
0+200,0	0+300,0	100,00	3,80	3,60	3,30	4,00	4,20	3,60	3,50	3,80	3,80	3,90	3,75	0,259
0+300,0	0+400,0	100,00	7,40	6,20	6,90	7,10	7,00	6,60	7,00	6,80	7,20	7,20	6,94	0,344

IRI Sección 4,54



Apéndice 4. Estudios de tránsito Calle El Cerro y Calle Jaules.

ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PARA LA RED VIAL CANTONAL

Con base en el Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal (Decreto No. 38578-MOPT- 21-10-2014)

Código del camino	3-07-016	Fecha	miércoles 27 de septiembre de 2023
Nombre de la calle o camino	Calle Jaules	Nombre del encargado	Jesús Fernández Mesén
Provincia	Cartago	Desde	09:35:00 a. m.
Cantón	Oreamuno	Hasta	01:05:00 p. m.
Distrito	Cot	Ubicación del sitio	200 m de la capilla

HORA	AUTOMÓVILES	BUSES	MOTOS	CARGA LIVIANA	CAMIONES					TRACTORES
					2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	ESPECIALES	
9:35 - 9:45										
9:45 - 9:55										
9:55 - 10:05			1							
10:05 - 10:15										
10:15 - 10:25										
10:25 - 10:35										
10:35 - 10:45				1						
10:45 - 10:55										
10:55 - 11:05										
11:05 - 11:15	1									
11:15 - 11:25	1									
11:25 - 11:35			1							
11:35 - 11:45										
11:45 - 11:55										
11:55 - 12:05										1
12:05 - 12:15										
12:15 - 12:25	1									
12:25 - 12:35										
12:35 - 12:45										
12:45 - 12:55				1						
12:55 - 1:05										
TOTAL	3	0	2	2	0	0	0	0	0	1
Prom / hr	0,86	0,00	0,57	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29

Total prom. Vehículo / hr =	2,29	Factor de expansión =	17,97	TPD =	41,06
Condición del tiempo	Soleado	Observaciones	Factor de expansión obtenido como el promedio de los factores por provincia (17,90) y por región (18,03) para el rango horario de 8:00 am a 1:00 pm		

ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PARA LA RED VIAL CANTONAL

Con base en el Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal (Decreto No. 38578-MOPT- 21-10-2014)

Código del camino	3-07-013	Fecha	miércoles 27 de septiembre de 2023
Nombre de la calle o camino	Calle El Cerro	Nombre del encargado	Jesús Fernández Mesén
Provincia	Cartago	Desde	01:20:00 p. m.
Cantón	Oreamuno	Hasta	05:20:00 p. m.
Distrito	Cipreses	Ubicación del sitio	100 m del cruce Calle Las Praderas

HORA	AUTOMÓVILES	BUSES	MOTOS	CARGA LIVIANA	CAMIONES					TRACTORES
					2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	ESPECIALES	
1:20 - 1:30	1									
1:30 - 1:40										
1:40 - 1:50			1	1						
1:50 - 2:00	1			1						
2:00 - 2:10	1		1	1						
2:10 - 2:20			3							
2:20 - 2:30			1	1	1					
2:30 - 2:40										
2:40 - 2:50	1	1	1							
2:50 - 3:00			2							
3:00 - 3:10										
3:10 - 3:20	1		2							
3:20 - 3:30	3		2	2						
3:30 - 3:40				3						
3:40 - 3:50	2		1	1						
3:50 - 4:00	2									
4:00 - 4:10			1	6	1					
4:10 - 4:20	1			2						
4:20 - 4:30				2						
4:30 - 4:40	1	1	1	3						
4:40 - 4:50	2		3							
4:50 - 5:00	1				1					
5:00 - 5:10	2									
5:10 - 5:20										
TOTAL	19	2	19	23	3	0	0	0	0	0
Prom / hr	4,75	0,5	4,75	5,75	0,75	0	0	0	0	0

Total prom. Vehículo / hr =	16,5	Factor de expansión =	16,40	TPD =	270,6
Condición del tiempo	Soleado/Lluvioso	Observaciones	Factor de expansión obtenido como el promedio de los factores por provincia (16,40) y por región (16,40) para el rango horario de 1:00 pm a 5:00 pm Lluvia intensa a partir de las 4:10 pm		

ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PARA LA RED VIAL CANTONAL

Con base en el Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal (Decreto No. 38578-MOPT- 21-10-2014)

Código del camino	3-07-013	Fecha	lunes 2 de octubre de 2023
Nombre de la calle o camino	Calle El Cerro	Nombre del encargado	Jesús Fernández Mesén
Provincia	Cartago	Desde	12:40:00 p. m.
Cantón	Oreamuno	Hasta	04:40:00 p. m.
Distrito	Cipreses	Ubicación del sitio	100 m del cruce Calle Las Praderas

HORA	AUTOMÓVILES	BUSES	MOTOS	CARGA LIVIANA	CAMIONES					TRACTORES
					2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	ESPECIALES	
12:40 - 12:50	1		3	1	1					
12:50 - 1:00										
1:00 - 1:10			1							
1:10 - 1:20				2						
1:20 - 1:30										
1:30 - 1:40	1			2						
1:40 - 1:50	1									
1:50 - 2:00			2							
2:00 - 2:10	1									
2:10 - 2:20										
2:20 - 2:30	2			1						
2:30 - 2:40					1					
2:40 - 2:50	1		2	1						
2:50 - 3:00		1								
3:00 - 3:10										
3:10 - 3:20	1									
3:20 - 3:30	2			3						
3:30 - 3:40			3							
3:40 - 3:50	1			1						
3:50 - 4:00				4						
4:00 - 4:10	1			2						
4:10 - 4:20			1							
4:20 - 4:30	2		2							
4:30 - 4:40	1			4						
TOTAL	15	1	14	21	2	0	0	0	0	0
Prom / hr	3,75	0,25	3,5	5,25	0,5	0	0	0	0	0

Total prom. Vehículo / hr =	13,25	Factor de expansión =	16,40	TPD =	217,3
Condición del tiempo	Soleado/Lluvioso	Observaciones	Factor de expansión obtenido como el promedio de los factores por provincia (16,40) y por región (16,40) para el rango horario de 1:00 pm a 5:00 pm Lluvia ligera entre la 1:40 pm y las 2:35 pm Lluvia intensa a partir de las 4:30 pm		

ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PARA LA RED VIAL CANTONAL

Con base en el Manual de especificaciones técnicas para realizar el inventario y evaluación de la Red Vial Cantonal (Decreto No. 38578-MOPT- 21-10-2014)

Código del camino	3-07-016	Fecha	martes 3 de octubre de 2023
Nombre de la calle o camino	Calle Jaules	Nombre del encargado	Jesús Fernández Mesén
Provincia	Cartago	Desde	08:25:00 a. m.
Cantón	Oreamuno	Hasta	12:55:00 p. m.
Distrito	Cot	Ubicación del sitio	200 m de la capilla

HORA	AUTOMÓVILES	BUSES	MOTOS	CARGA LIVIANA	CAMIONES					TRACTORES
					2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	ESPECIALES	
8:25 - 8:35										
8:35 - 8:45										
8:45 - 8:55	1									
8:55 - 9:05										
9:05 - 9:15										1
9:15 - 9:25										
9:25 - 9:35										
9:35 - 9:45										
9:45 - 9:55	2									
9:55 - 10:05			1							
10:05 - 10:15										
10:15 - 10:25										1
10:25 - 10:35										
10:35 - 10:45					1					
10:45 - 10:55										
10:55 - 11:05										
11:05 - 11:15				1						
11:15 - 11:25										
11:25 - 11:35										
11:35 - 11:45										
11:45 - 11:55										
11:55 - 12:05	1									
12:05 - 12:15										
12:15 - 12:25				1						
12:25 - 12:35										
12:35 - 12:45										
12:45 - 12:55										
TOTAL	4	0	1	2	1	0	0	0	0	2
Prom / hr	0,89	0,00	0,22	0,44	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44

Total prom. Vehículo / hr =	2,22	Factor de expansión =	17,97	TPD =	39,92
Condición del tiempo	Soleado	Observaciones	Factor de expansión obtenido como el promedio de los factores por provincia (17,90) y por región (18,03) para el rango horario de 8:00 am a 1:00 pm		

Apéndice 5. Informes de medición evaluaciones periódicas IRI.

Se presentan en este apéndice la totalidad de los informes de resultados para las evaluaciones periódicas de IRI en Calle El Cerro y Calle Jaules, generados con un intervalo de procesamiento de 100 m para el periodo comprendido entre el 13 de setiembre del 2023 y el 15 de noviembre del 2013. Sin embargo, en el enlace adjunto se pueden consultar los archivos CSV generados por el software de incorporado con el controlador del equipo Roughometer III para la totalidad de las evaluaciones bajo intervalos de procesamiento de 10 m y 25 m, así como los archivos crudos sin procesar en formato RGD con toda la información registrada para cada una de las 110 mediciones ejecutadas.

Enlace:

https://estudianteccr-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/jesus_fm_estudiantec_cr/ErAc4A8GADdHtYyOQp43VG8BXqJIMuRdzDUEJbUnq2jsBQ?e=Fi7kSx

INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	189,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	09:21:08 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,60	29,00	9,8655088	-83,8675678	1583,70	
1	0,200	0,200	11,10	29,00	9,8651261	-83,8667526	1591,90	
1	0,300	0,300	11,30	30,00	9,8652138	-83,8658937	1589,10	
1	0,400	0,400	10,70	30,00	9,8657854	-83,8651974	1586,00	
1	0,500	0,500	10,40	29,00	9,8663822	-83,8644894	1581,70	
1	0,600	0,600	12,30	28,00	9,8667461	-83,8636641	1584,80	
1	0,700	0,700	16,70	27,00	9,8673128	-83,8629558	1583,00	V < 25 km/h x 1
1	0,800	0,800	16,80	29,00	9,8680762	-83,8625706	1592,10	V < 25 km/h x 1
1	0,889	0,889	18,10	30,00	9,8688162	-83,8621588	1598,70	
2	0,100	0,989	15,70	28,00	9,8695192	-83,8616726	1601,90	
2	0,114	1,003	6,90	24,00	9,8699304	-83,8613809	1606,50	V < 25 km/h x 1

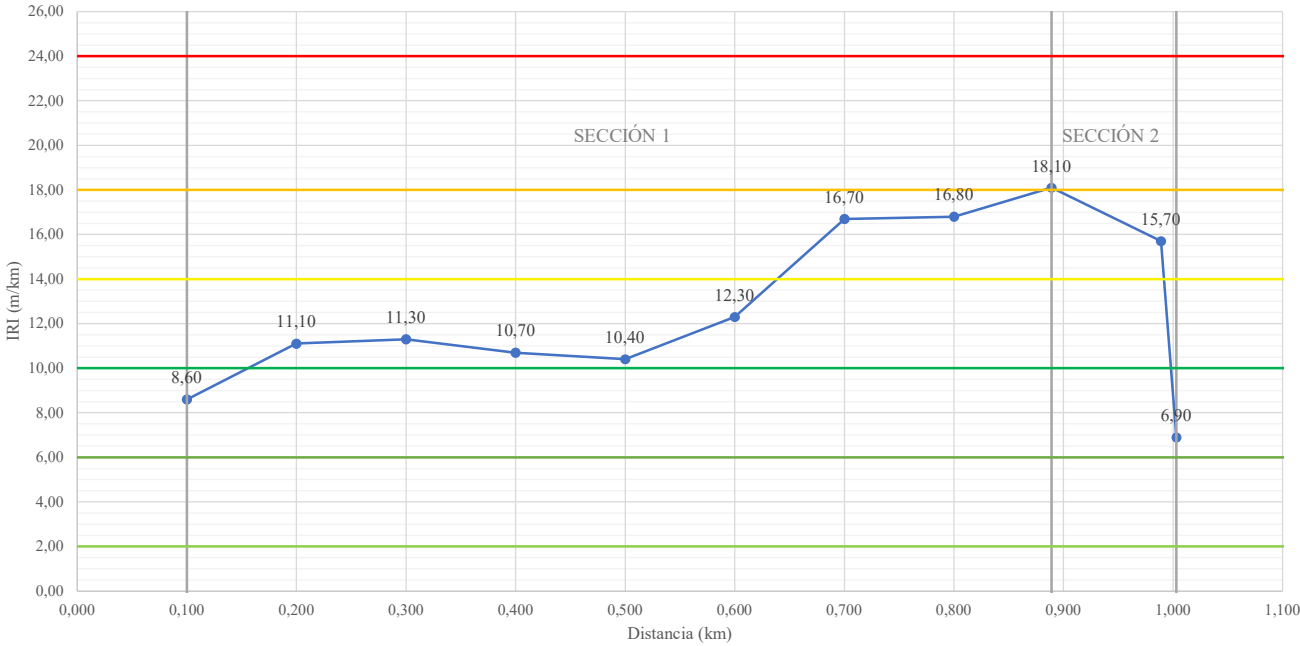
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,82
Sección 2:	14,62
Global:	13,03

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023	Hora:	09:27:49 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	191,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	9,40	31,00	9,8655422	-83,8675819	1576,20	
1	0,200	0,200	10,90	30,00	9,8651809	-83,8667583	1580,00	
1	0,300	0,300	10,90	31,00	9,8652507	-83,8658982	1578,30	
1	0,400	0,400	8,80	31,00	9,8658083	-83,8652018	1579,40	
1	0,500	0,500	8,80	31,00	9,8664081	-83,8644930	1573,70	
1	0,600	0,600	8,80	31,00	9,8668064	-83,8636930	1570,30	
1	0,700	0,700	17,00	32,00	9,8673443	-83,8629620	1573,20	
1	0,800	0,800	20,30	27,00	9,8680993	-83,8624841	1584,80	V < 25 km/h x 1
1	0,888	0,888	20,60	31,00	9,8688359	-83,8621082	1593,80	
2	0,100	0,988	16,00	30,00	9,8695567	-83,8616474	1593,50	
2	0,122	1,011	15,70	30,00	9,8699627	-83,8613668	1596,30	

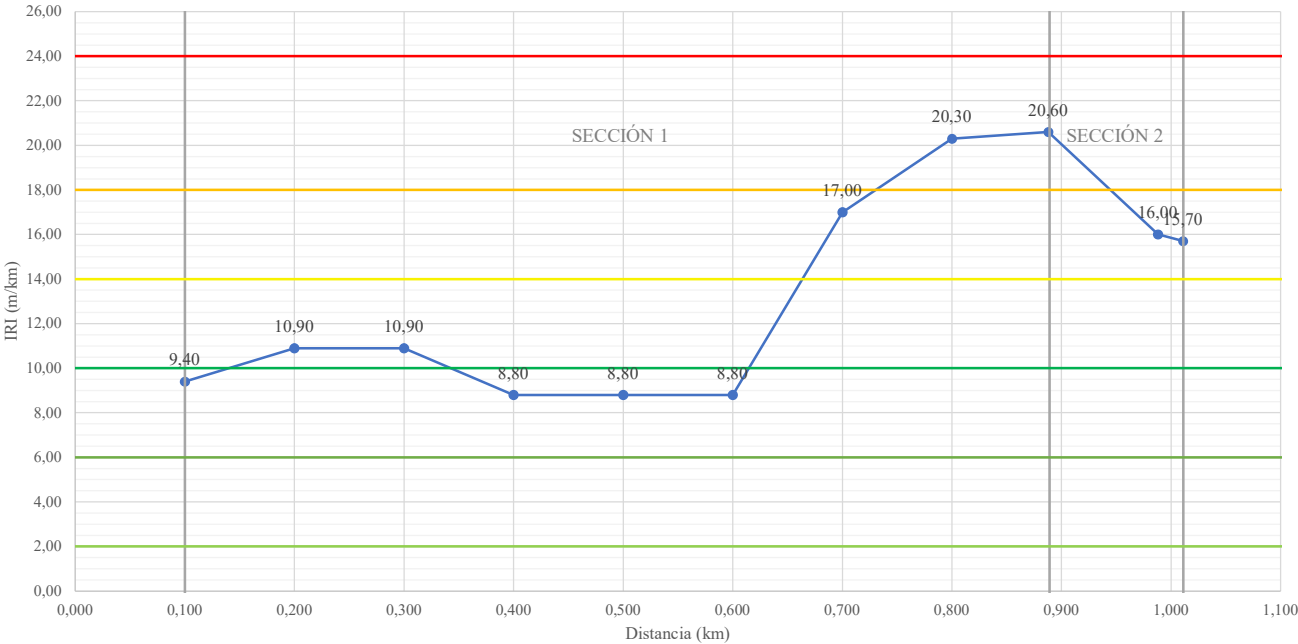
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,73
Sección 2:	16,07
Global:	13,12

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023	Hora:	09:34:30 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	186,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,60	32,00	9,8654842	-83,8675762	1576,00	
1	0,200	0,200	9,50	32,00	9,8651202	-83,8667583	1581,50	
1	0,300	0,300	11,10	32,00	9,8651994	-83,8658708	1578,50	
1	0,400	0,400	8,00	32,00	9,8657623	-83,8651852	1578,50	
1	0,500	0,500	9,30	33,00	9,8663513	-83,8644795	1575,00	
1	0,600	0,600	10,20	31,00	9,8667190	-83,8636564	1573,10	
1	0,700	0,700	16,50	31,00	9,8673146	-83,8629435	1571,40	
1	0,800	0,800	17,20	28,00	9,8680538	-83,8624927	1583,90	
1	0,889	0,889	18,00	31,00	9,8688003	-83,8620990	1592,00	
2	0,100	0,989	14,10	29,00	9,8695062	-83,8616315	1593,70	
2	0,124	1,013	20,10	29,00	9,8699599	-83,8613301	1596,60	

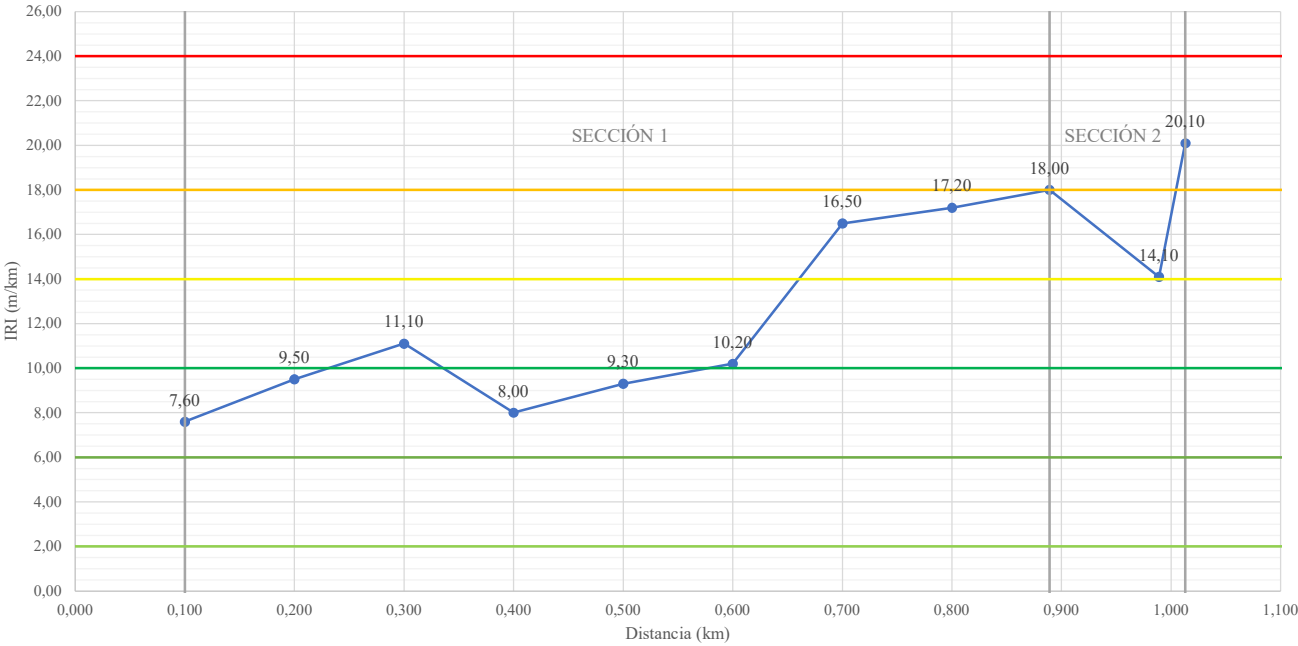
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,86
Sección 2:	15,26
Global:	12,27

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	09:41:17 a. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,70	32,00	9,8655076	-83,8675994	1574,60	
1	0,200	0,200	11,00	34,00	9,8651239	-83,8667781	1580,40	
1	0,300	0,300	9,70	32,00	9,8651589	-83,8658864	1577,60	
1	0,400	0,400	8,10	33,00	9,8657610	-83,8651845	1576,80	
1	0,500	0,500	9,10	33,00	9,8663528	-83,8644935	1575,10	
1	0,600	0,600	10,30	31,00	9,8667318	-83,8636895	1573,80	
1	0,700	0,700	19,30	31,00	9,8672807	-83,8629778	1572,20	
1	0,800	0,800	17,50	30,00	9,8680548	-83,8625420	1581,70	
1	0,888	0,888	17,30	31,00	9,8687953	-83,8621468	1591,30	
2	0,100	0,988	16,00	30,00	9,8694821	-83,8616637	1593,60	
2	0,123	1,012	14,20	29,00	9,8699392	-83,8613385	1598,90	

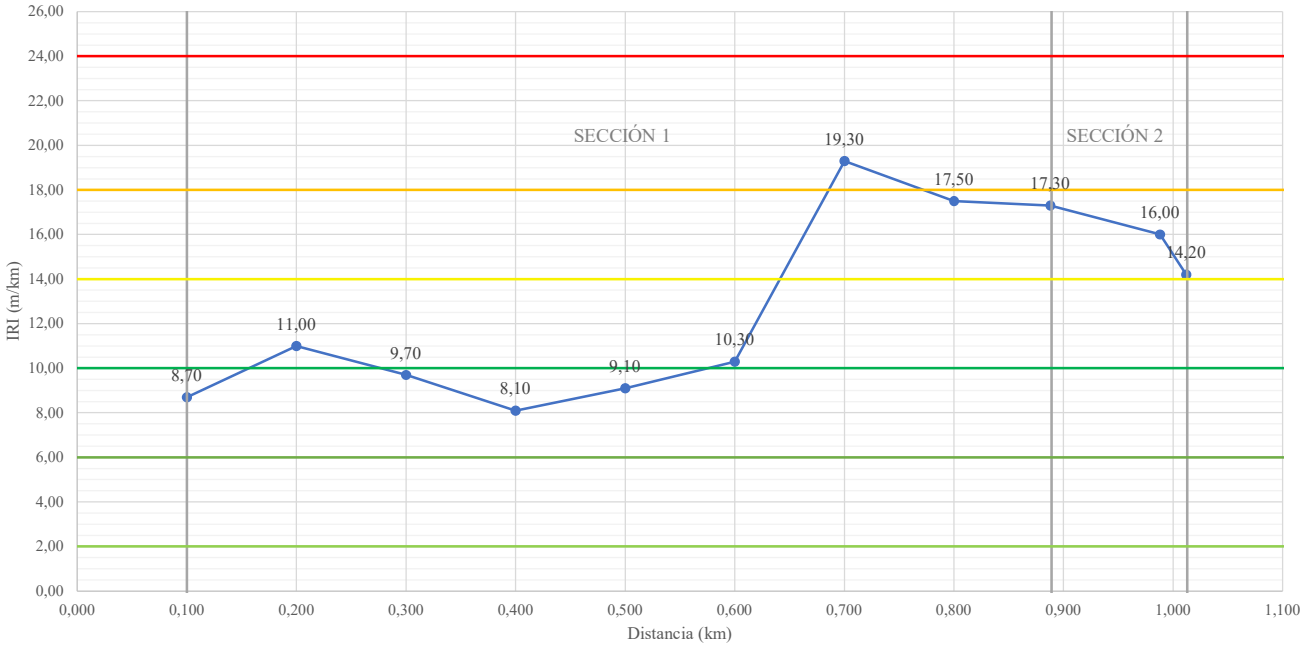
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,27
Sección 2:	15,78
Global:	12,68

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	187,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	09:48:02 a. m.
Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario Evento Temporal 2 (ET2): Rebasa a ciclista Medición descartada para el análisis por: 1. Abandono de la línea de medición por ET1 2. Abandono de la línea de medición por ET1

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,10	31,00	9,8654794	-83,8675822	1575,30	
1	0,200	0,200	9,90	32,00	9,8651079	-83,8667643	1582,90	
1	0,300	0,300	10,70	32,00	9,8652041	-83,8658819	1579,10	ET1
1	0,400	0,400	8,40	34,00	9,8657751	-83,8651811	1577,50	
1	0,500	0,500	8,50	35,00	9,8663545	-83,8644857	1575,20	
1	0,600	0,600	9,00	33,00	9,8667702	-83,8637078	1572,50	
1	0,700	0,700	15,90	32,00	9,8672863	-83,8629616	1572,70	ET2
1	0,800	0,800	17,80	31,00	9,8680461	-83,8625311	1584,20	
1	0,889	0,889	16,40	33,00	9,8688120	-83,8621565	1593,40	
2	0,100	0,989	15,80	31,00	9,8695099	-83,8616490	1594,30	
2	0,120	1,010	10,40	29,00	9,8699366	-83,8613448	1599,30	

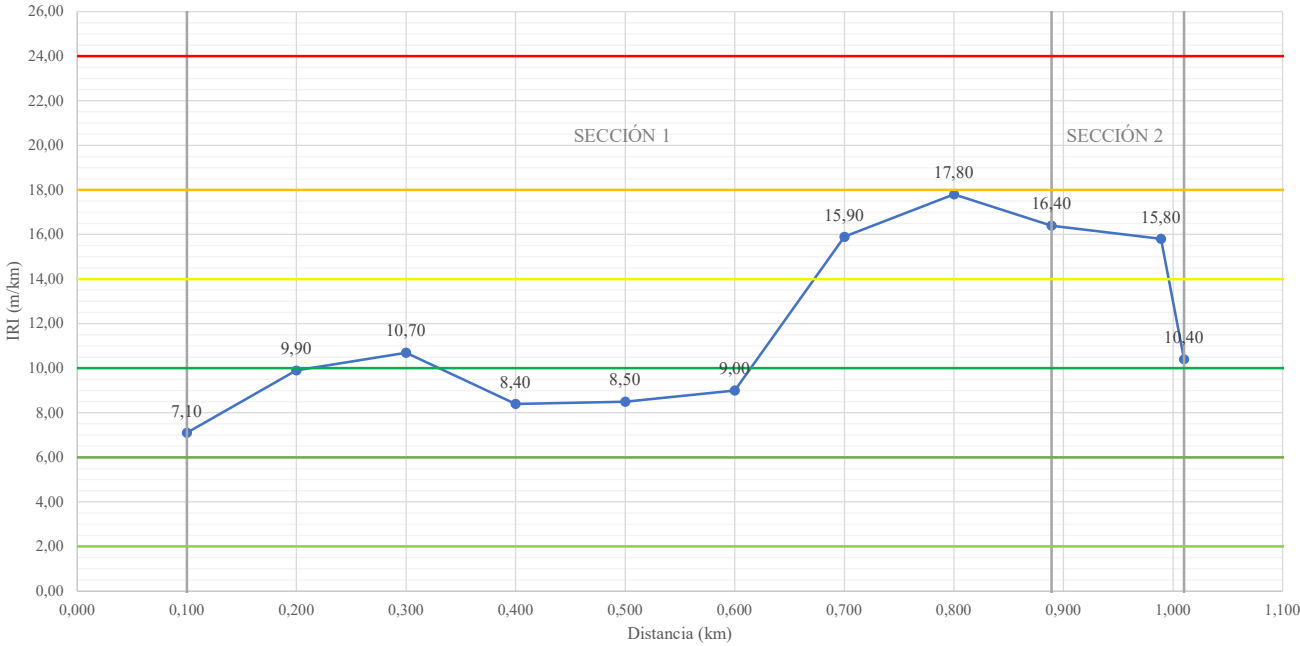
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,46
Sección 2:	14,99
Global:	11,87

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	09:53:27 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,50	31,00	9,8654998	-83,8675895	1575,20	
1	0,200	0,200	11,40	31,00	9,8651337	-83,8667655	1582,50	
1	0,300	0,300	12,70	31,00	9,8651877	-83,8658955	1581,70	
1	0,400	0,400	10,60	32,00	9,8657792	-83,8652080	1582,70	
1	0,500	0,500	9,80	32,00	9,8663685	-83,8644950	1580,20	
1	0,600	0,600	11,00	31,00	9,8667308	-83,8636719	1578,90	
1	0,700	0,700	17,00	32,00	9,8672712	-83,8629519	1579,00	
1	0,800	0,800	20,30	31,00	9,8680511	-83,8625395	1589,00	
1	0,889	0,889	17,90	33,00	9,8687959	-83,8621436	1594,10	
2	0,100	0,989	15,50	31,00	9,8694932	-83,8616606	1596,90	
2	0,122	1,011	12,00	30,00	9,8699415	-83,8613533	1599,30	

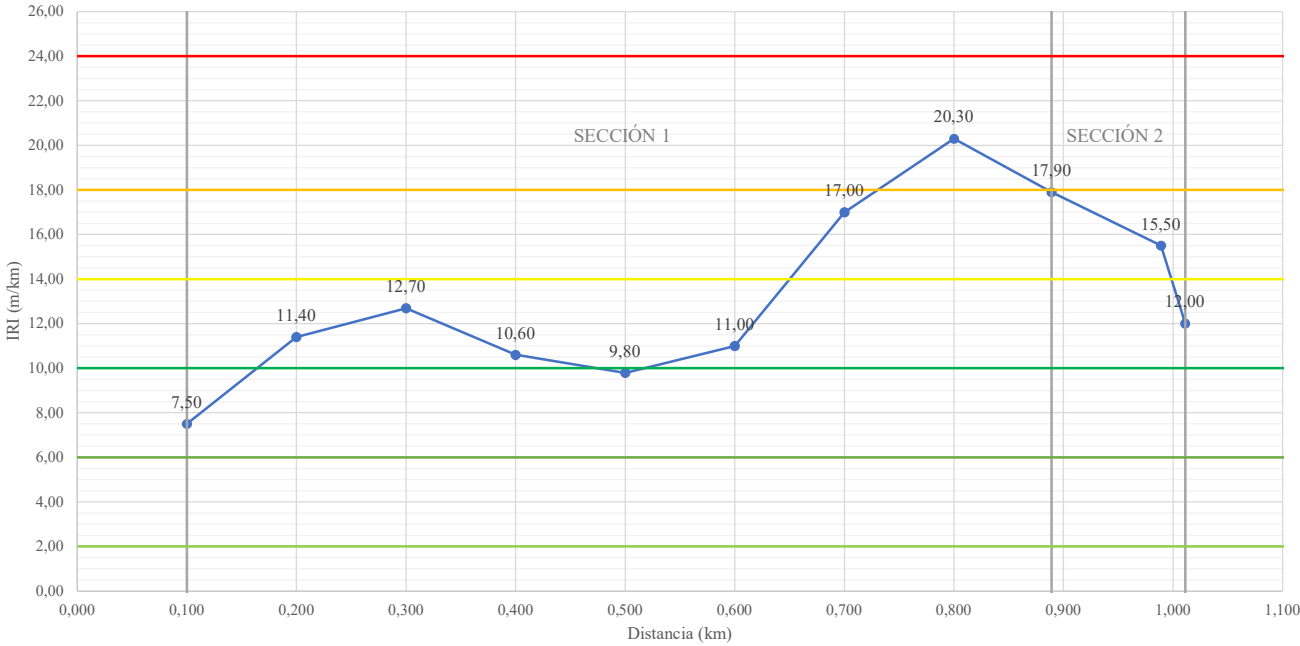
Valores promedio IRI

Sección 1:	13,07
Sección 2:	14,87
Global:	13,29

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	09:58:42 a. m.
Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,90	33,00	9,8654986	-83,8675932	1577,30	
1	0,200	0,200	10,80	33,00	9,8651274	-83,8667724	1583,70	
1	0,300	0,300	9,90	33,00	9,8651921	-83,8658854	1582,70	
1	0,400	0,400	8,70	33,00	9,8657764	-83,8651722	1584,80	
1	0,500	0,500	8,20	33,00	9,8663642	-83,8644865	1578,70	
1	0,600	0,600	9,20	32,00	9,8667373	-83,8636972	1579,50	
1	0,700	0,700	17,10	32,00	9,8672770	-83,8629527	1577,20	
1	0,800	0,800	19,00	31,00	9,8680377	-83,8625364	1585,00	
1	0,888	0,888	15,40	33,00	9,8687867	-83,8621488	1593,50	
2	0,100	0,988	15,70	32,00	9,8694967	-83,8616670	1597,00	
2	0,122	1,011	14,00	30,00	9,8699509	-83,8613496	1599,50	

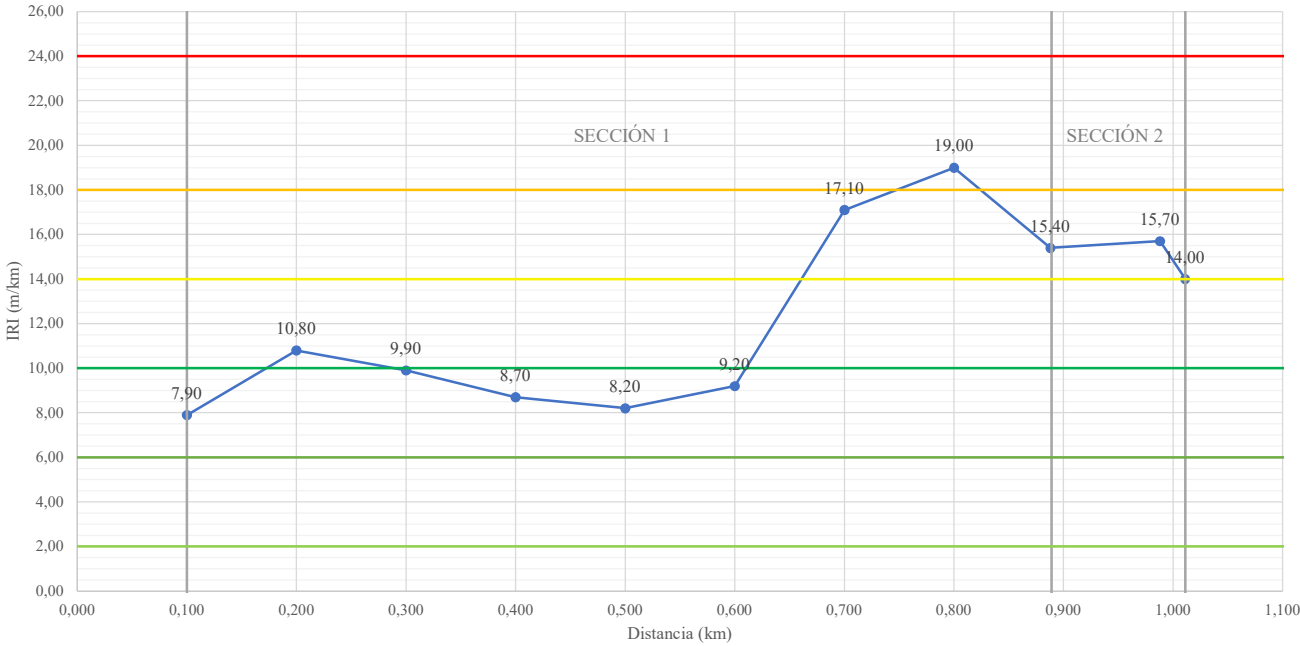
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,75
Sección 2:	15,51
Global:	12,19

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	190,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	10:04:11 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,70	32,00	9,8654744	-83,8675829	1578,50	
1	0,200	0,200	9,90	33,00	9,8651219	-83,8667597	1585,70	
1	0,300	0,300	10,30	34,00	9,8652069	-83,8658646	1580,70	
1	0,400	0,400	8,70	34,00	9,8657846	-83,8651520	1583,50	
1	0,500	0,500	7,70	34,00	9,8663841	-83,8644487	1579,90	
1	0,600	0,600	9,10	33,00	9,8667347	-83,8636274	1581,40	
1	0,700	0,700	15,80	33,00	9,8673056	-83,8629489	1574,40	
1	0,800	0,800	16,30	33,00	9,8681185	-83,8625680	1581,80	
1	0,888	0,888	16,10	34,00	9,8688526	-83,8621541	1590,40	
2	0,100	0,988	14,70	33,00	9,8695242	-83,8616584	1594,70	
2	0,119	1,007	8,80	32,00	9,8699477	-83,8613518	1602,10	

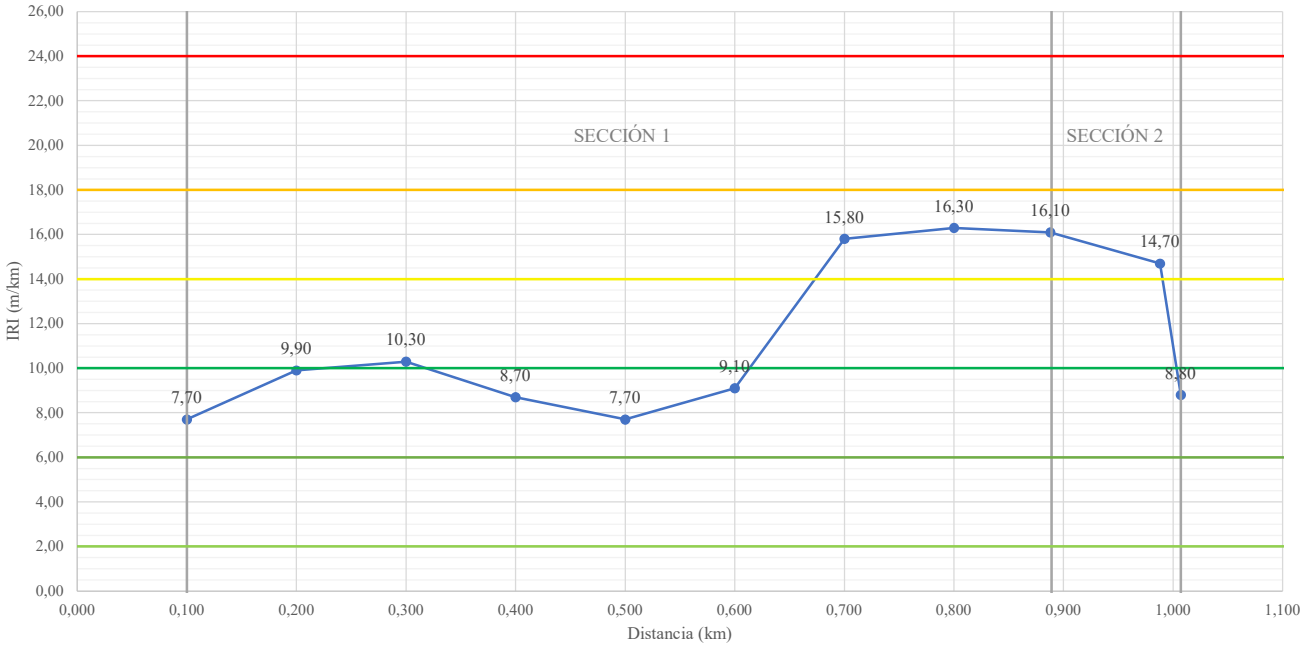
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,22
Sección 2:	13,76
Global:	11,52

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023	Hora:	10:09:08 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	187,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,70	34,00	9,8655022	-83,8675987	1579,20	
1	0,200	0,200	10,70	34,00	9,8651294	-83,8667851	1589,20	
1	0,300	0,300	10,40	34,00	9,8651910	-83,8658985	1588,30	
1	0,400	0,400	8,20	34,00	9,8657855	-83,8651815	1587,60	
1	0,500	0,500	8,40	35,00	9,8663806	-83,8645011	1584,60	
1	0,600	0,600	9,70	35,00	9,8667524	-83,8636751	1580,80	
1	0,700	0,700	15,10	33,00	9,8673081	-83,8629752	1576,60	
1	0,800	0,800	15,40	32,00	9,8680862	-83,8625646	1587,50	
1	0,889	0,889	16,80	34,00	9,8688208	-83,8621553	1593,50	
2	0,100	0,989	14,70	33,00	9,8695061	-83,8616528	1599,50	
2	0,120	1,009	13,90	33,00	9,8699340	-83,8613488	1603,70	

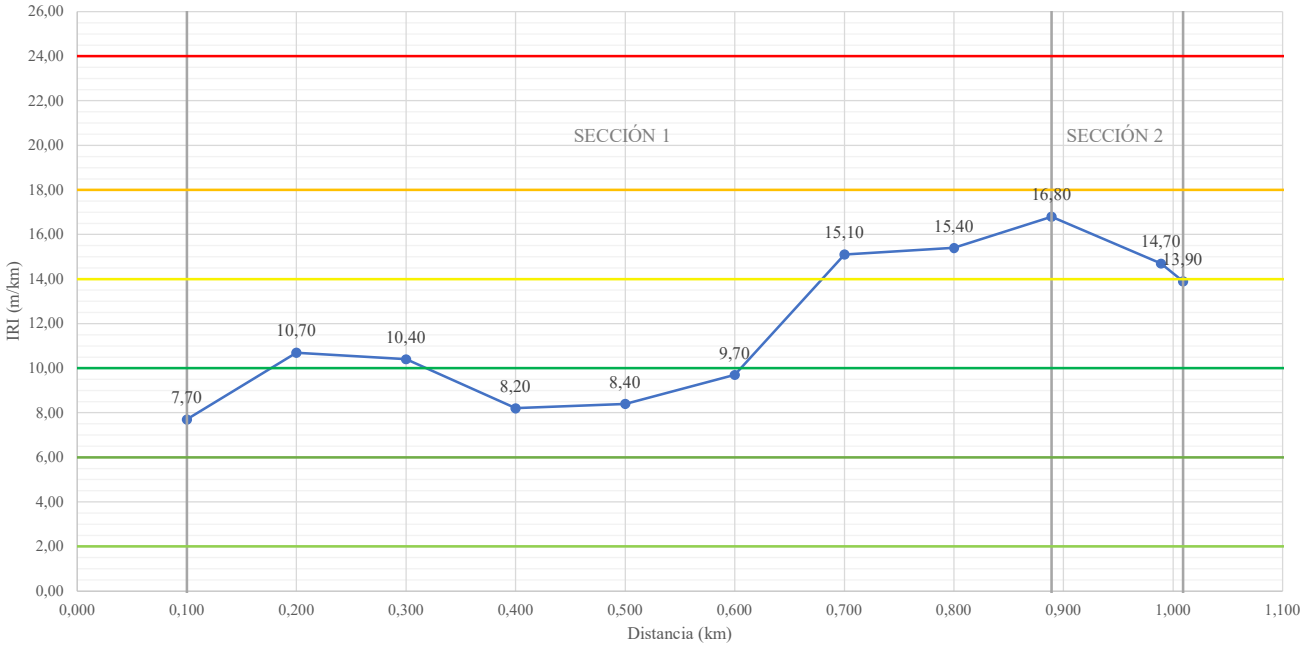
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,31
Sección 2:	14,57
Global:	11,70

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	10:18:28 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,80	34,00	9,8655016	-83,8675926	1581,10	
1	0,200	0,200	10,10	35,00	9,8651281	-83,8667836	1586,70	
1	0,300	0,300	10,50	34,00	9,8651992	-83,8658905	1585,60	
1	0,400	0,400	8,40	33,00	9,8657896	-83,8651900	1585,20	
1	0,500	0,500	7,60	34,00	9,8663683	-83,8644799	1580,30	
1	0,600	0,600	9,20	33,00	9,8667539	-83,8636691	1575,70	
1	0,700	0,700	14,20	33,00	9,8672701	-83,8629726	1569,20	
1	0,800	0,800	16,60	32,00	9,8680597	-83,8625458	1580,50	
1	0,889	0,889	16,40	33,00	9,8688242	-83,8621605	1591,50	
2	0,100	0,989	15,40	32,00	9,8695220	-83,8616497	1594,20	
2	0,122	1,011	12,90	31,00	9,8699516	-83,8613299	1599,30	

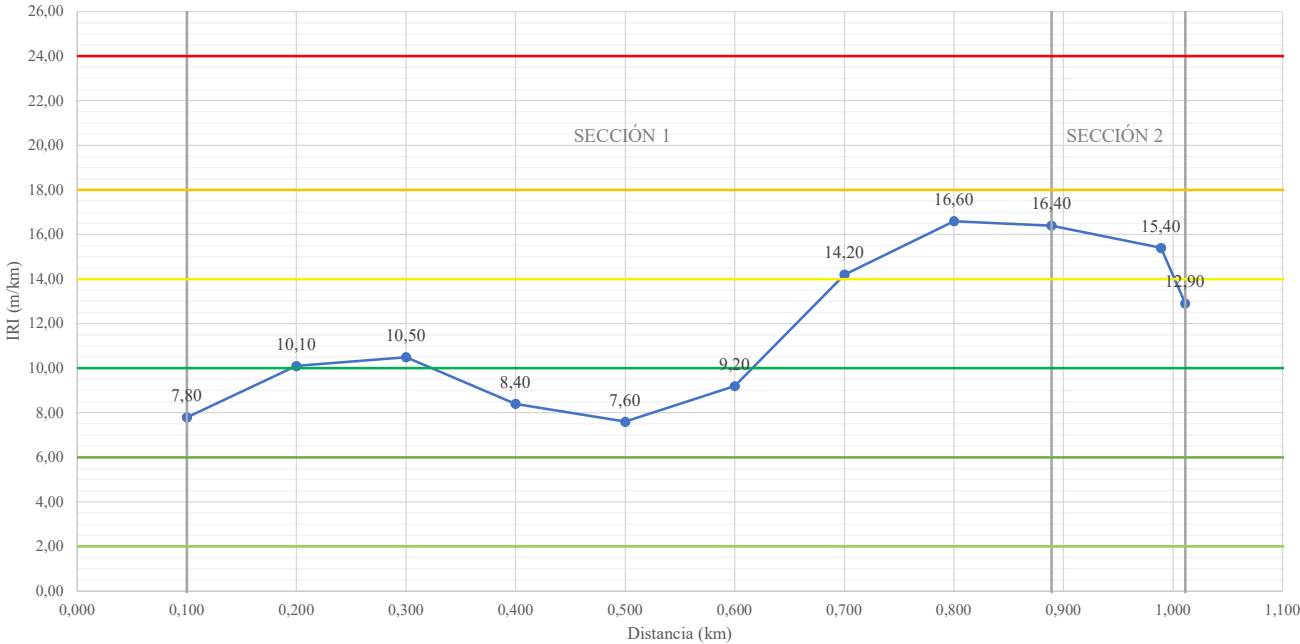
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,14
Sección 2:	14,95
Global:	11,60

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 13 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 12 km/h
Hora:	10:24:04 a. m.
Observaciones:	Iteración 11 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre recién mejorada No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,20	33,00	9,8654969	-83,8675867	1578,30	
1	0,200	0,200	10,00	33,00	9,8651309	-83,8667624	1584,80	
1	0,300	0,300	10,20	33,00	9,8651935	-83,8658667	1583,80	
1	0,400	0,400	7,70	33,00	9,8657735	-83,8651612	1580,00	
1	0,500	0,500	8,30	34,00	9,8663708	-83,8644618	1576,30	
1	0,600	0,600	10,40	33,00	9,8667401	-83,8636634	1574,80	
1	0,700	0,700	15,50	33,00	9,8672879	-83,8629407	1571,90	
1	0,800	0,800	17,00	33,00	9,8680370	-83,8624989	1582,00	
1	0,889	0,889	16,60	35,00	9,8688165	-83,8621195	1594,70	
2	0,100	0,989	16,00	32,00	9,8695183	-83,8616369	1595,20	
2	0,121	1,010	12,90	32,00	9,8699469	-83,8613214	1598,80	

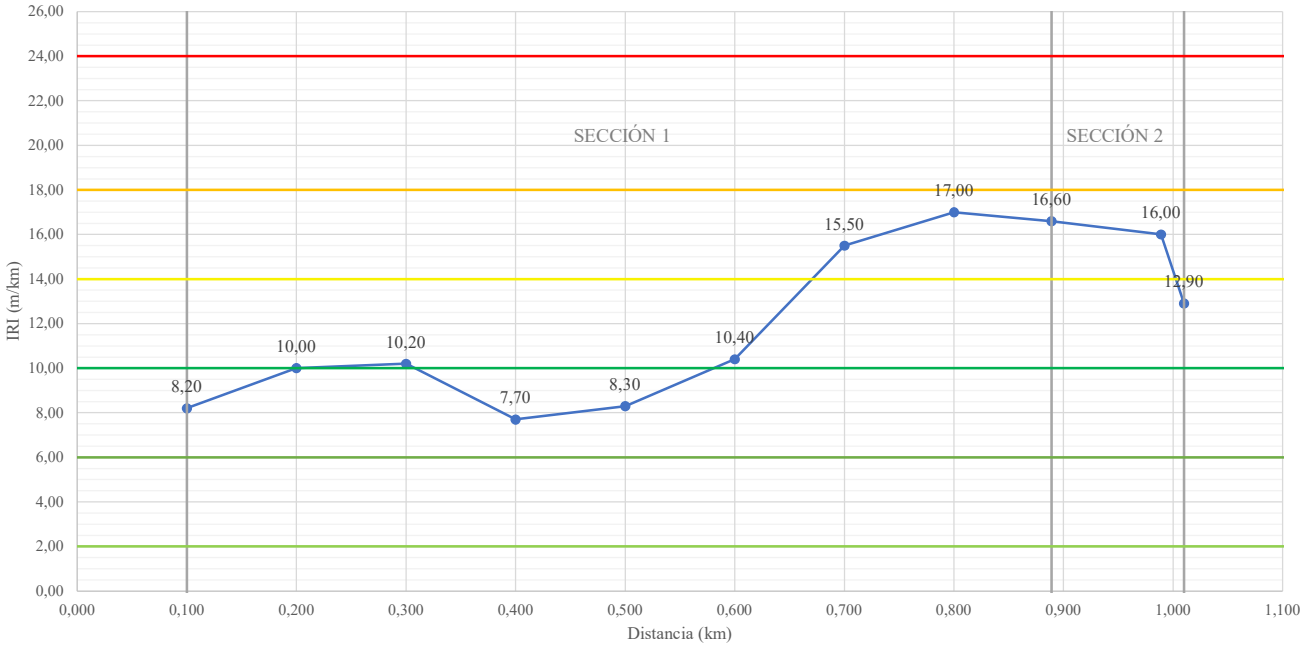
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,48
Sección 2:	15,46
Global:	11,96

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	10:52:33 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Motocicleta en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,00	34,00	9,8654939	-83,8675844	1583,60	
1	0,200	0,200	10,10	34,00	9,8651266	-83,8667603	1589,10	
1	0,300	0,300	10,30	36,00	9,8651709	-83,8658796	1586,20	
1	0,400	0,400	9,60	36,00	9,8657662	-83,8651769	1592,70	ET1
1	0,500	0,500	8,50	37,00	9,8663518	-83,8644801	1587,50	
1	0,600	0,600	9,40	37,00	9,8667318	-83,8636679	1584,90	
1	0,700	0,700	16,20	35,00	9,8672485	-83,8629935	1585,10	
1	0,800	0,800	16,50	34,00	9,8680377	-83,8625522	1594,50	
1	0,889	0,889	16,50	35,00	9,8687998	-83,8621450	1604,00	
2	0,100	0,989	14,90	32,00	9,8694876	-83,8616397	1607,40	
2	0,124	1,013	13,90	31,00	9,8699409	-83,8613294	1608,90	

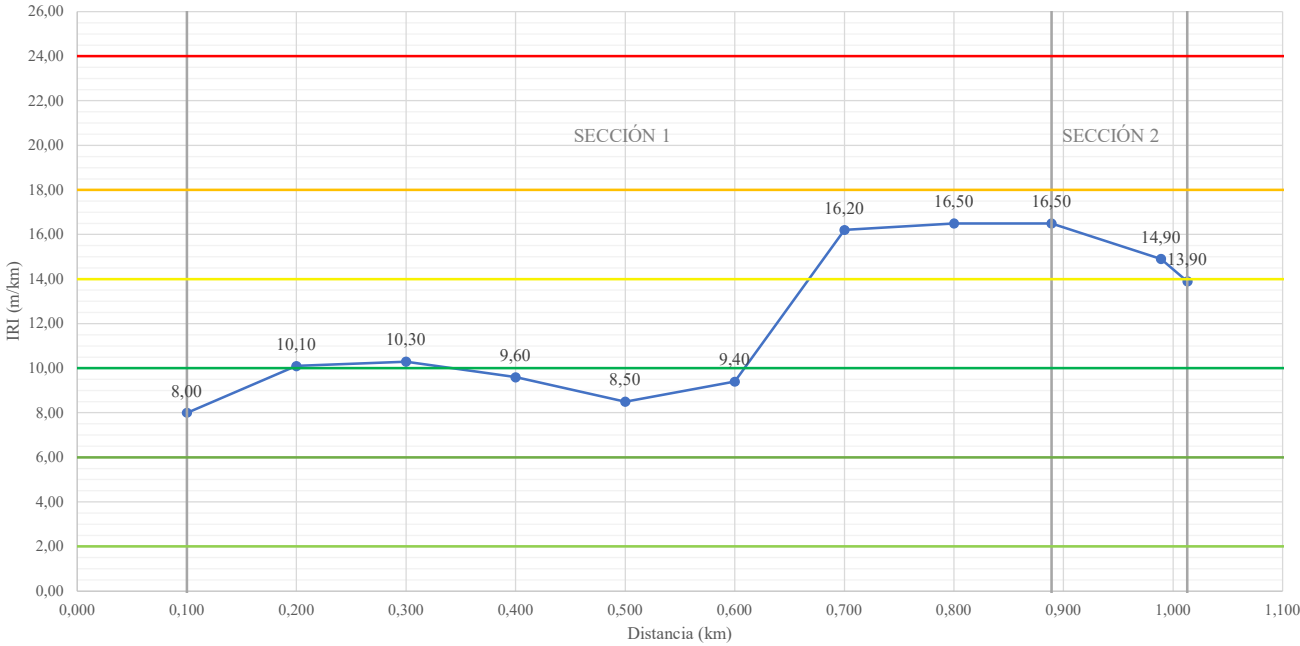
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,62
Sección 2:	14,71
Global:	12,00

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	10:57:42 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,80	36,00	9,8654875	-83,8675848	1589,00	
1	0,200	0,200	10,60	35,00	9,8651281	-83,8667391	1596,10	
1	0,300	0,300	10,70	35,00	9,8651952	-83,8658517	1597,50	
1	0,400	0,400	9,50	34,00	9,8657687	-83,8651901	1596,30	
1	0,500	0,500	9,10	35,00	9,8663468	-83,8644942	1591,10	
1	0,600	0,600	9,10	35,00	9,8667211	-83,8637331	1590,10	
1	0,700	0,700	16,00	31,00	9,8672581	-83,8630745	1588,80	
1	0,800	0,800	16,00	33,00	9,8680532	-83,8626242	1596,50	
1	0,888	0,888	16,70	35,00	9,8687914	-83,8621138	1613,50	
2	0,100	0,988	15,00	31,00	9,8694983	-83,8616370	1613,80	
2	0,121	1,010	9,70	30,00	9,8699373	-83,8613469	1614,50	

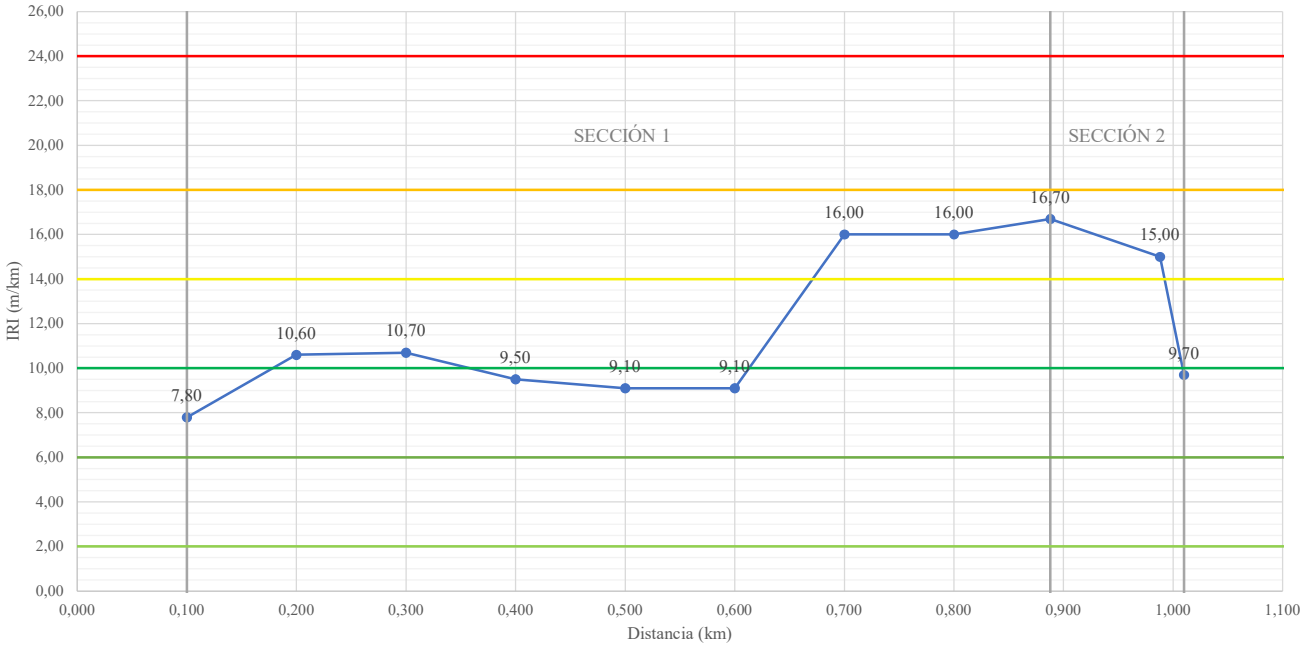
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,65
Sección 2:	14,16
Global:	11,94

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	11:02:50 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,50	35,00	9,8654863	-83,8675873	1588,00	
1	0,200	0,200	11,10	36,00	9,8651100	-83,8667658	1594,00	
1	0,300	0,300	9,40	36,00	9,8651818	-83,8658793	1593,40	
1	0,400	0,400	9,30	36,00	9,8657338	-83,8652022	1591,60	
1	0,500	0,500	8,00	36,00	9,8663542	-83,8645132	1590,70	
1	0,600	0,600	9,70	36,00	9,8667106	-83,8636787	1587,90	
1	0,700	0,700	15,20	33,00	9,8672379	-83,8629691	1585,90	
1	0,800	0,800	17,80	33,00	9,8680542	-83,8625022	1598,20	
1	0,889	0,889	18,50	34,00	9,8688090	-83,8621304	1603,80	
2	0,100	0,989	14,80	30,00	9,8694858	-83,8616290	1611,70	
2	0,122	1,010	10,70	31,00	9,8699391	-83,8613266	1611,50	

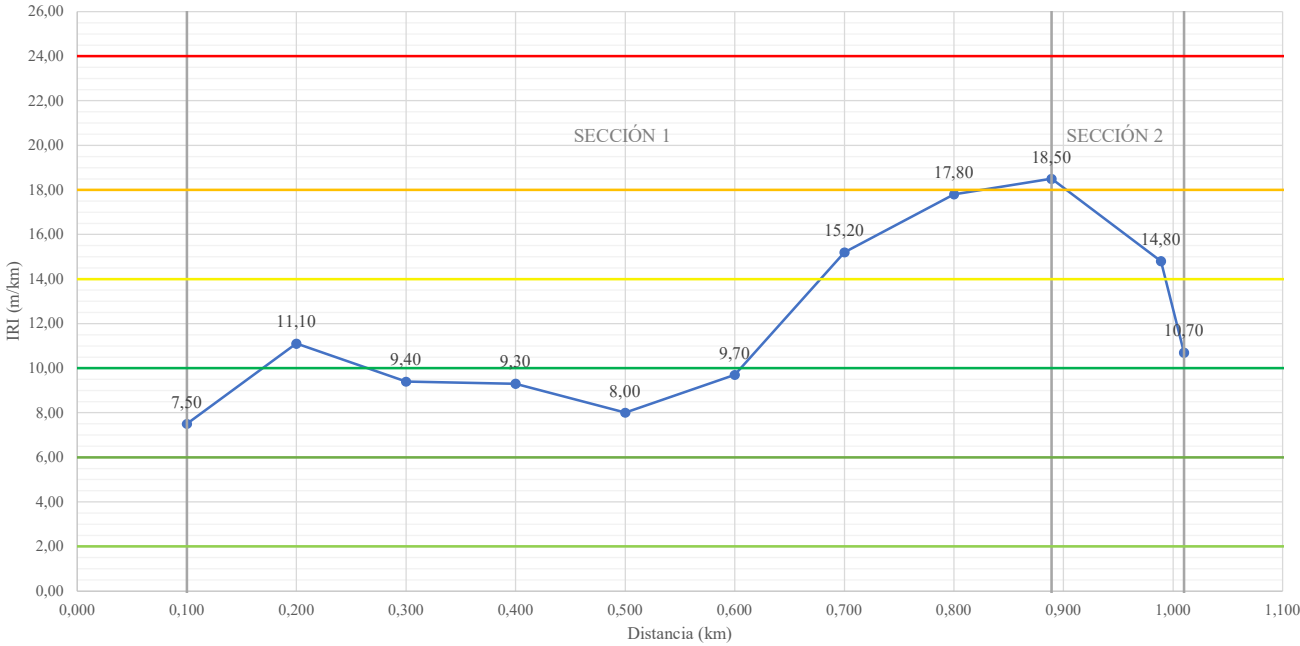
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,75
Sección 2:	13,97
Global:	12,03

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	11:08:11 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	185,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,60	33,00	9,8655106	-83,8675714	1594,30	
1	0,200	0,200	10,50	33,00	9,8651217	-83,8667525	1595,80	
1	0,300	0,300	11,60	33,00	9,8651771	-83,8658721	1594,50	
1	0,400	0,400	9,80	34,00	9,8657838	-83,8651568	1595,40	
1	0,500	0,500	8,60	34,00	9,8663601	-83,8644617	1590,90	
1	0,600	0,600	8,30	33,00	9,8667287	-83,8636715	1589,20	
1	0,700	0,700	18,50	31,00	9,8672383	-83,8629765	1586,00	
1	0,800	0,800	18,20	32,00	9,8680377	-83,8625135	1594,10	
1	0,891	0,891	17,20	33,00	9,8687992	-83,8621435	1605,00	
2	0,100	0,991	16,90	31,00	9,8695103	-83,8616387	1607,40	
2	0,121	1,012	12,50	30,00	9,8699359	-83,8613440	1605,50	

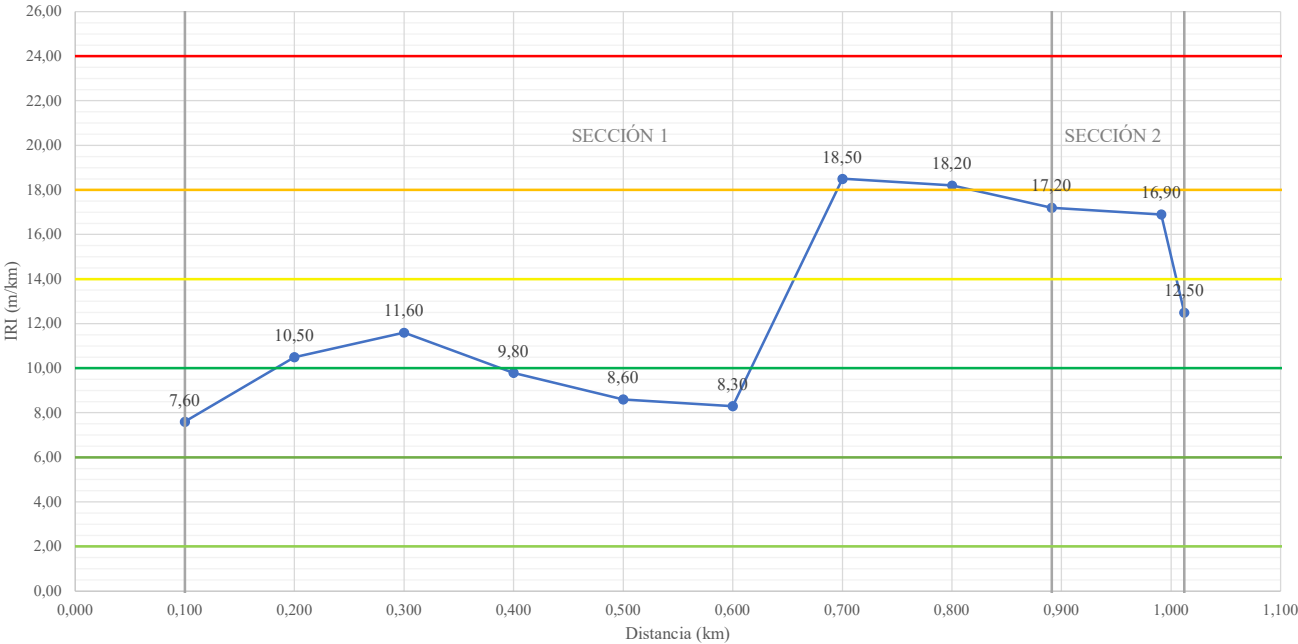
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,21
Sección 2:	16,14
Global:	12,68

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	11:14:13 a. m.
Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,80	35,00	9,8654850	-83,8676015	1576,10	
1	0,200	0,200	10,40	34,00	9,8650995	-83,8667698	1584,10	
1	0,300	0,300	10,90	35,00	9,8651544	-83,8658828	1585,00	
1	0,400	0,400	10,90	35,00	9,8657366	-83,8652064	1581,10	
1	0,500	0,500	8,20	35,00	9,8663313	-83,8645105	1577,60	
1	0,600	0,600	8,60	34,00	9,8666997	-83,8637098	1577,70	
1	0,700	0,700	14,50	33,00	9,8672418	-83,8630023	1579,40	
1	0,800	0,800	19,80	33,00	9,8680520	-83,8625778	1587,50	
1	0,888	0,888	16,10	35,00	9,8687840	-83,8621593	1595,10	
2	0,100	0,988	14,70	32,00	9,8694792	-83,8616637	1600,20	
2	0,124	1,012	16,60	29,00	9,8699305	-83,8613391	1602,90	

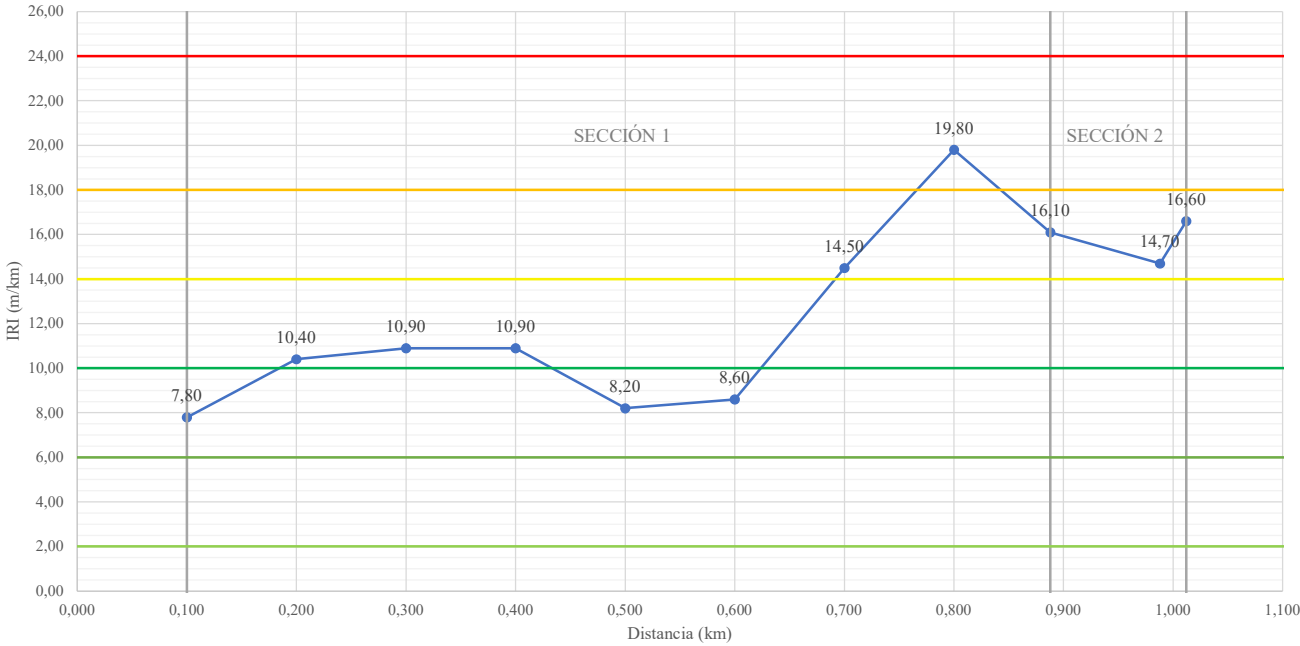
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,85
Sección 2:	15,07
Global:	12,25

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	11:19:17 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	186,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,30	32,00	9,8654648	-83,8675809	1579,10	
1	0,200	0,200	9,90	32,00	9,8650987	-83,8667619	1585,40	
1	0,300	0,300	11,40	33,00	9,8651585	-83,8658800	1588,60	
1	0,400	0,400	8,90	33,00	9,8657520	-83,8651760	1585,10	
1	0,500	0,500	8,60	34,00	9,8663308	-83,8644713	1581,20	
1	0,600	0,600	10,20	33,00	9,8667241	-83,8637187	1580,50	
1	0,700	0,700	18,50	32,00	9,8672453	-83,8629855	1583,80	
1	0,800	0,800	16,00	32,00	9,8680695	-83,8625512	1590,30	
1	0,888	0,888	16,60	33,00	9,8688058	-83,8621889	1592,90	
2	0,100	0,988	15,60	31,00	9,8694919	-83,8616511	1596,20	
2	0,122	1,010	15,10	29,00	9,8699377	-83,8613371	1598,80	

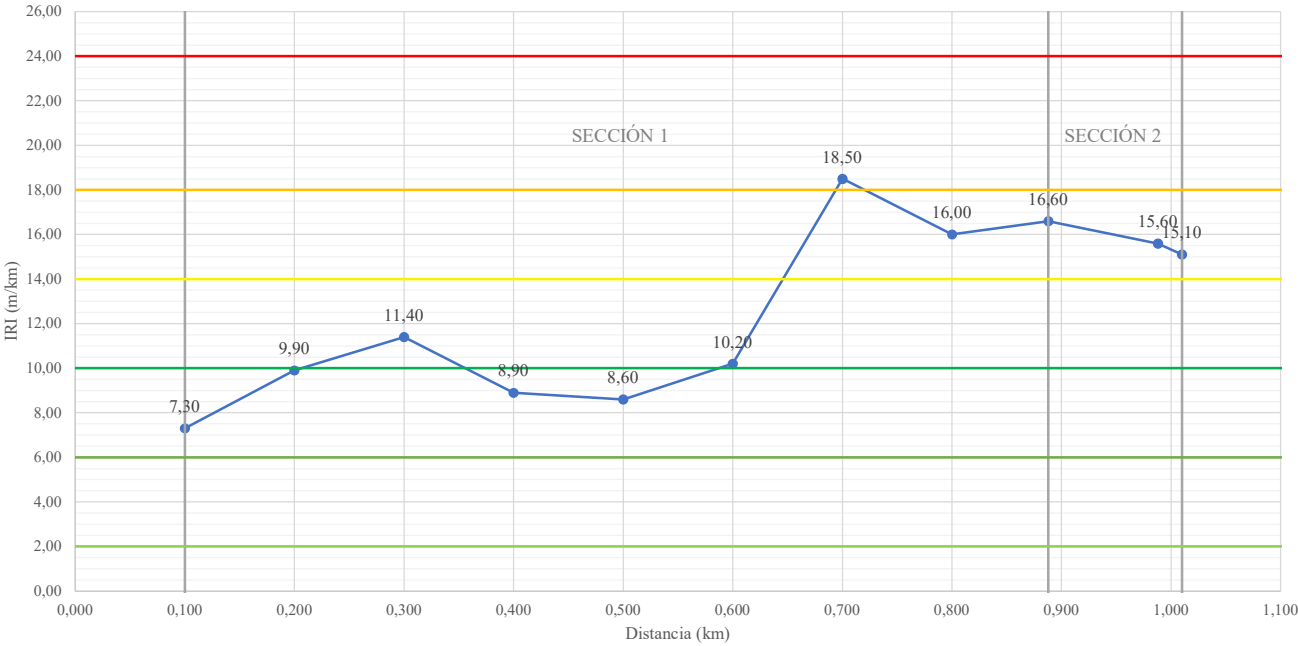
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,87
Sección 2:	15,51
Global:	12,31

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	11:24:52 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Peatón corriendo en la vía
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	184,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,90	33,00	9,8654809	-83,8676073	1580,00	ET1
1	0,200	0,200	10,70	34,00	9,8651037	-83,8667805	1587,00	
1	0,300	0,300	11,20	33,00	9,8651851	-83,8658729	1585,30	
1	0,400	0,400	8,90	33,00	9,8657443	-83,8651619	1587,50	
1	0,500	0,500	8,20	34,00	9,8663574	-83,8645048	1582,30	
1	0,600	0,600	8,60	33,00	9,8667690	-83,8637130	1575,30	
1	0,700	0,700	14,80	32,00	9,8673086	-83,8629923	1571,60	
1	0,800	0,800	16,80	32,00	9,8680706	-83,8625220	1579,20	
1	0,887	0,887	15,80	33,00	9,8688040	-83,8621515	1588,00	
2	0,100	0,987	15,10	32,00	9,8694799	-83,8616589	1593,50	
2	0,122	1,009	13,80	29,00	9,8699275	-83,8613494	1597,20	

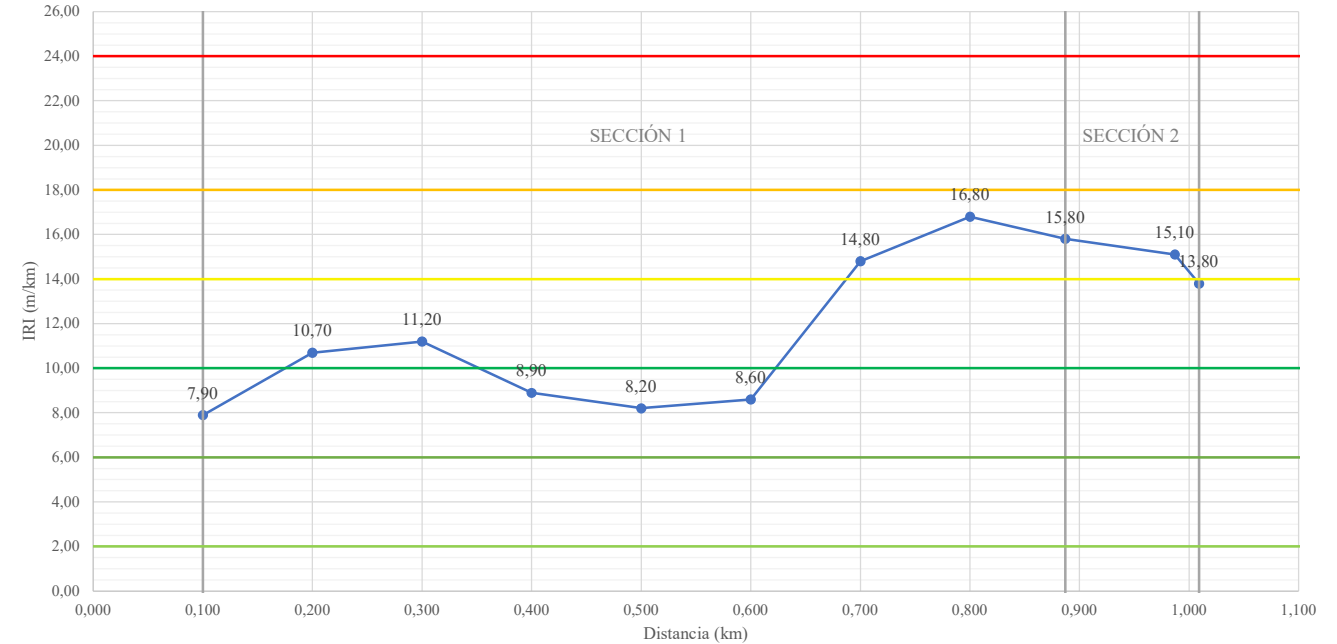
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,37
Sección 2:	14,87
Global:	11,79

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	182,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	11:29:53 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Peatón corriendo en la vía

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,20	31,00	9,8654720	-83,8676108	1576,40	ET1
1	0,200	0,200	10,00	32,00	9,8650952	-83,8667820	1583,40	
1	0,300	0,300	10,60	33,00	9,8651536	-83,8658842	1582,30	
1	0,400	0,400	9,90	34,00	9,8657280	-83,8652149	1581,20	
1	0,500	0,500	8,30	34,00	9,8663242	-83,8645151	1575,50	
1	0,600	0,600	8,60	33,00	9,8667131	-83,8637072	1576,40	
1	0,700	0,700	17,60	33,00	9,8672696	-83,8630092	1580,50	
1	0,800	0,800	18,40	33,00	9,8680217	-83,8625770	1592,10	
1	0,895	0,895	16,70	35,00	9,8687657	-83,8621521	1597,40	
2	0,100	0,995	14,70	34,00	9,8695019	-83,8616407	1598,10	
2	0,117	1,012	10,60	30,00	9,8699501	-83,8613436	1598,70	

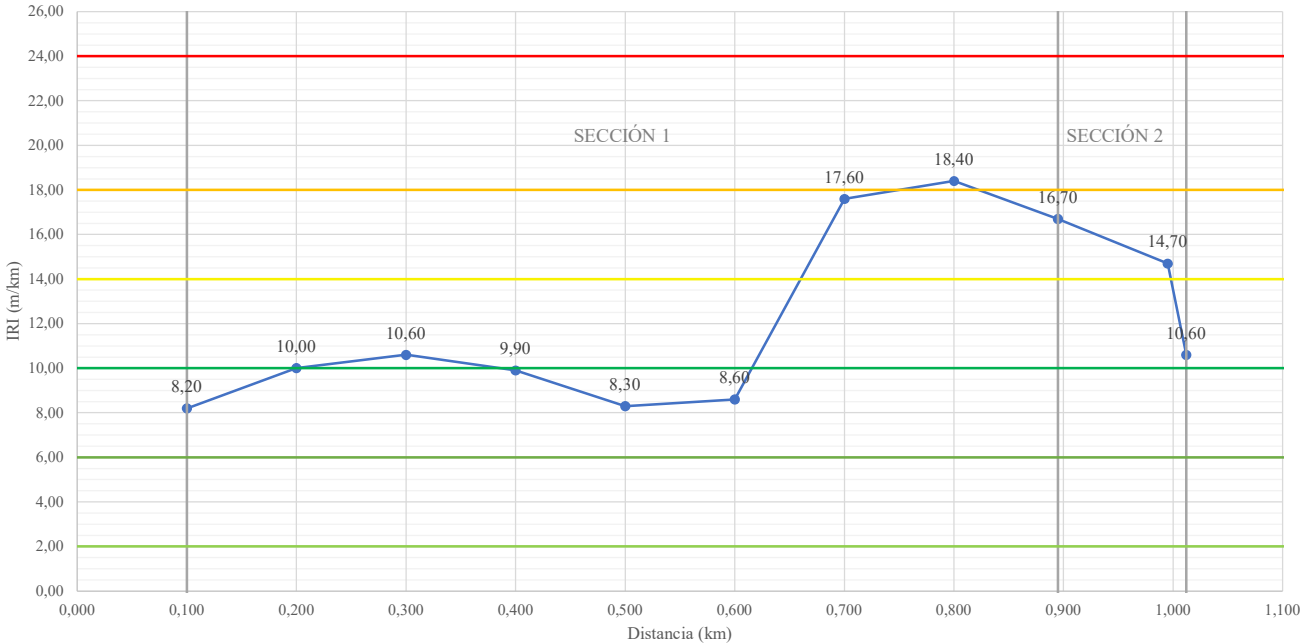
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,01
Sección 2:	14,10
Global:	12,25

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	11:34:57 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,50	33,00	9,8654676	-83,8675879	1575,30	
1	0,200	0,200	10,30	32,00	9,8650906	-83,8667713	1582,30	
1	0,300	0,300	9,00	32,00	9,8651382	-83,8658835	1581,50	
1	0,400	0,400	8,40	33,00	9,8657407	-83,8651987	1582,10	
1	0,500	0,500	8,70	33,00	9,8663381	-83,8645041	1576,70	
1	0,600	0,600	8,90	33,00	9,8667180	-83,8636854	1578,80	
1	0,700	0,700	16,20	32,00	9,8672227	-83,8629398	1580,50	
1	0,800	0,800	19,70	32,00	9,8679816	-83,8624731	1588,20	
1	0,888	0,888	16,50	35,00	9,8687530	-83,8621496	1593,40	
2	0,100	0,988	13,90	32,00	9,8694678	-83,8616621	1591,40	
2	0,123	1,011	9,50	30,00	9,8699269	-83,8613317	1595,40	

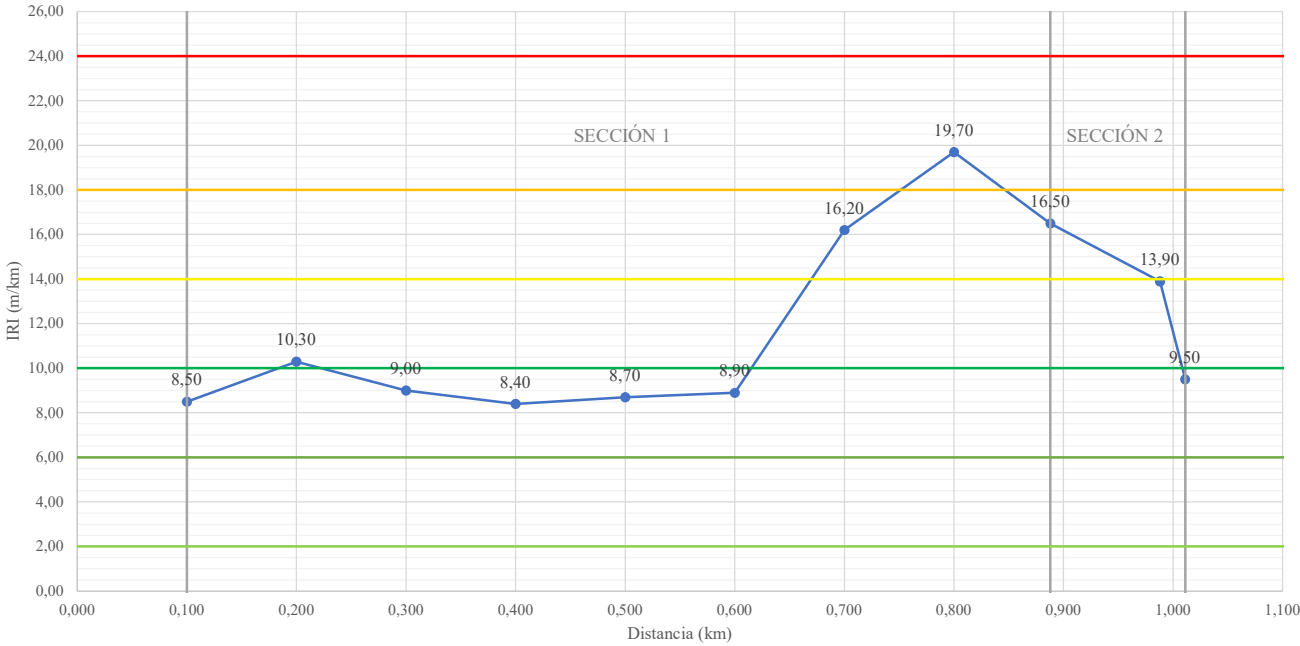
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,74
Sección 2:	13,08
Global:	11,90

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 22°C, viento 8 km/h
Hora:	11:40:06 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,90	33,00	9,8654705	-83,8675864	1578,10	
1	0,200	0,200	11,10	33,00	9,8650935	-83,8667651	1582,70	
1	0,300	0,300	9,50	32,00	9,8651614	-83,8658918	1581,80	
1	0,400	0,400	9,20	33,00	9,8657433	-83,8651897	1579,90	
1	0,500	0,500	9,80	34,00	9,8663367	-83,8644888	1574,80	
1	0,600	0,600	8,30	35,00	9,8667165	-83,8636957	1576,20	
1	0,700	0,700	18,10	33,00	9,8672527	-83,8629913	1575,60	
1	0,800	0,800	19,70	32,00	9,8680459	-83,8625583	1583,70	
1	0,887	0,887	16,70	35,00	9,8687701	-83,8621514	1589,30	
2	0,100	0,987	14,70	33,00	9,8694556	-83,8616605	1591,80	
2	0,123	1,009	11,10	31,00	9,8699165	-83,8613405	1596,80	

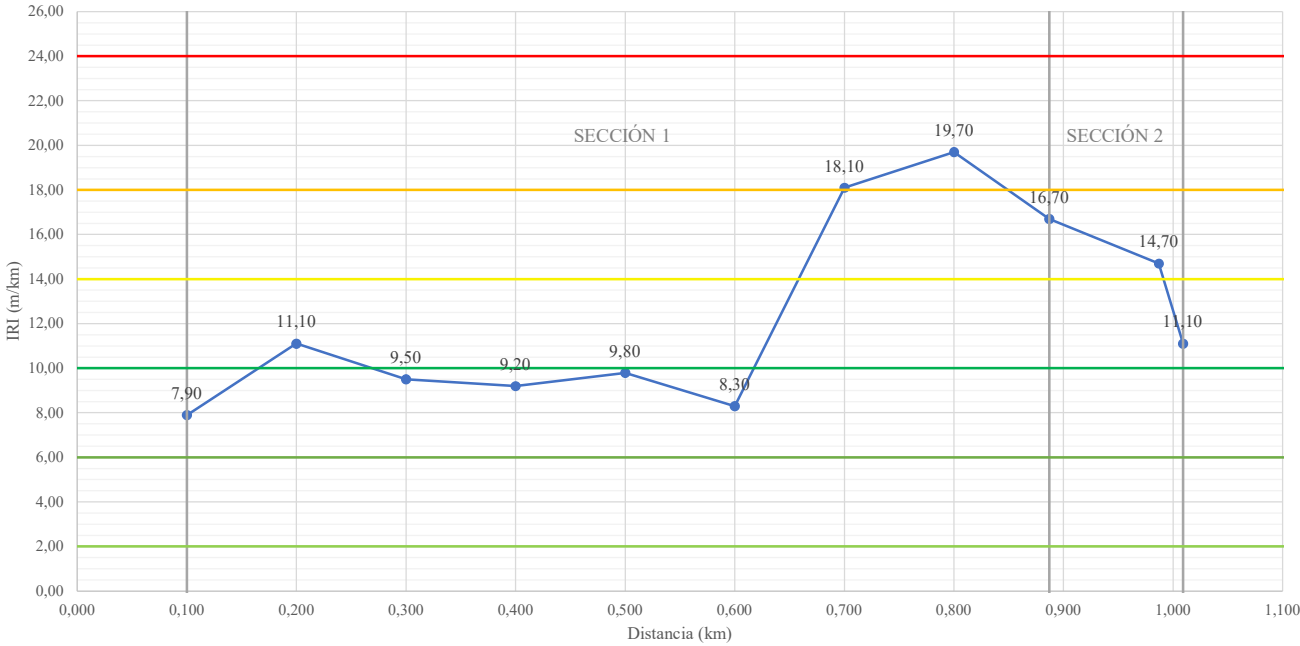
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,19
Sección 2:	13,94
Global:	12,42

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	64,00 m

Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Hora:	08:44:23 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Medición descartada para el análisis por: 1. Valores atípicos de IRI respecto al resto de las mediciones (muy por encima del promedio)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	51,80	28,00	9,9046257	-83,8611533	2028,50	V < 25 km/h x 1
2	0,070	0,168	36,20	26,00	9,9052236	-83,8606702	2031,30	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,268	42,60	30,00	9,9055937	-83,8600625	2042,60	
3	0,200	0,368	37,50	29,00	9,9058757	-83,8592202	2045,50	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	39,20	29,00	9,9059768	-83,8583545	2053,30	
3	0,382	0,550	42,40	27,00	9,9063157	-83,8576453	2057,20	
4	0,096	0,647	21,90	21,00	9,9070248	-83,8573334	2066,90	V < 25 km/h x 1
5	0,069	0,715	30,60	26,00	9,9077090	-83,8570621	2080,60	V < 25 km/h x 1

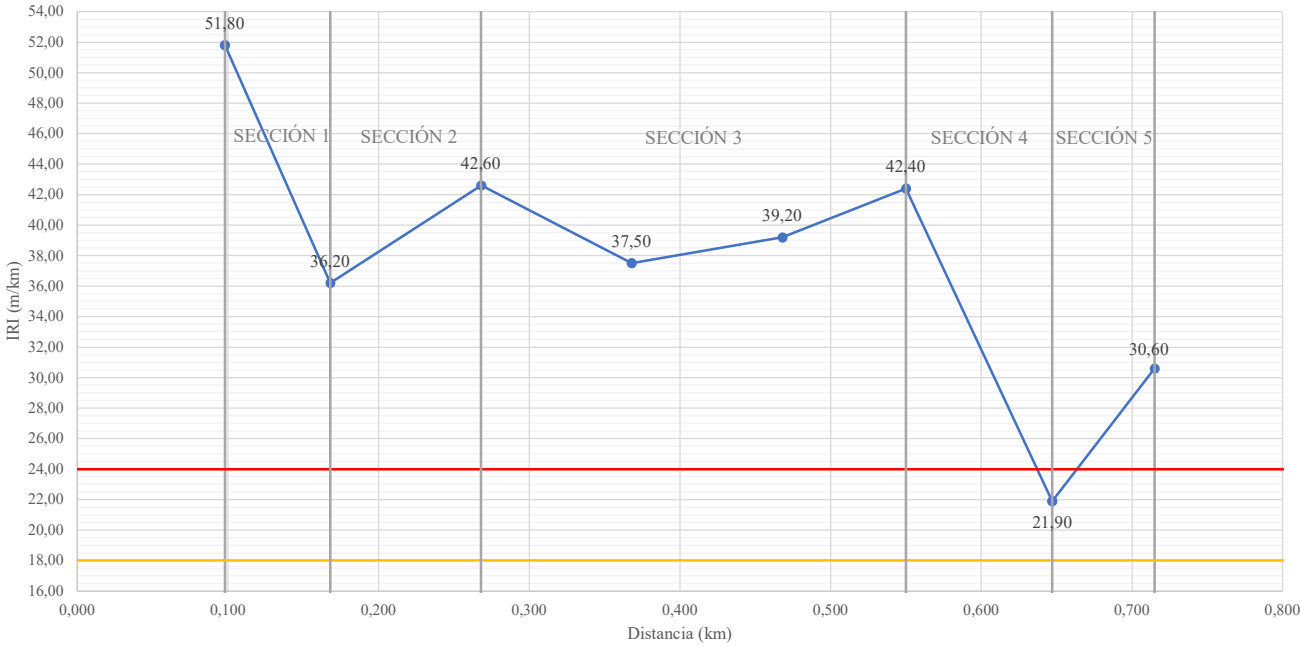
Valores promedio IRI

Sección 1:	51,80
Sección 2:	36,20
Sección 3:	40,33
Sección 4:	21,90
Sección 5:	30,60
Global:	38,07

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Hora:	08:50:27 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	24,50	33,00	9,9046237	-83,8611742	2027,10	
2	0,071	0,168	21,90	25,00	9,9052121	-83,8606828	2031,20	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,268	15,20	28,00	9,9056132	-83,8601029	2043,90	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	25,50	29,00	9,9058950	-83,8592465	2047,00	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	15,80	31,00	9,9059886	-83,8583608	2052,30	
3	0,382	0,550	22,60	29,00	9,9063455	-83,8576520	2057,40	
4	0,100	0,650	9,70	19,00	9,9070709	-83,8573113	2065,00	V < 25 km/h x 1
4	0,103	0,653	6,50	22,00	9,9074883	-83,8571264	2074,50	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,715	20,30	24,00	9,9077504	-83,8570488	2080,20	V < 25 km/h x 2

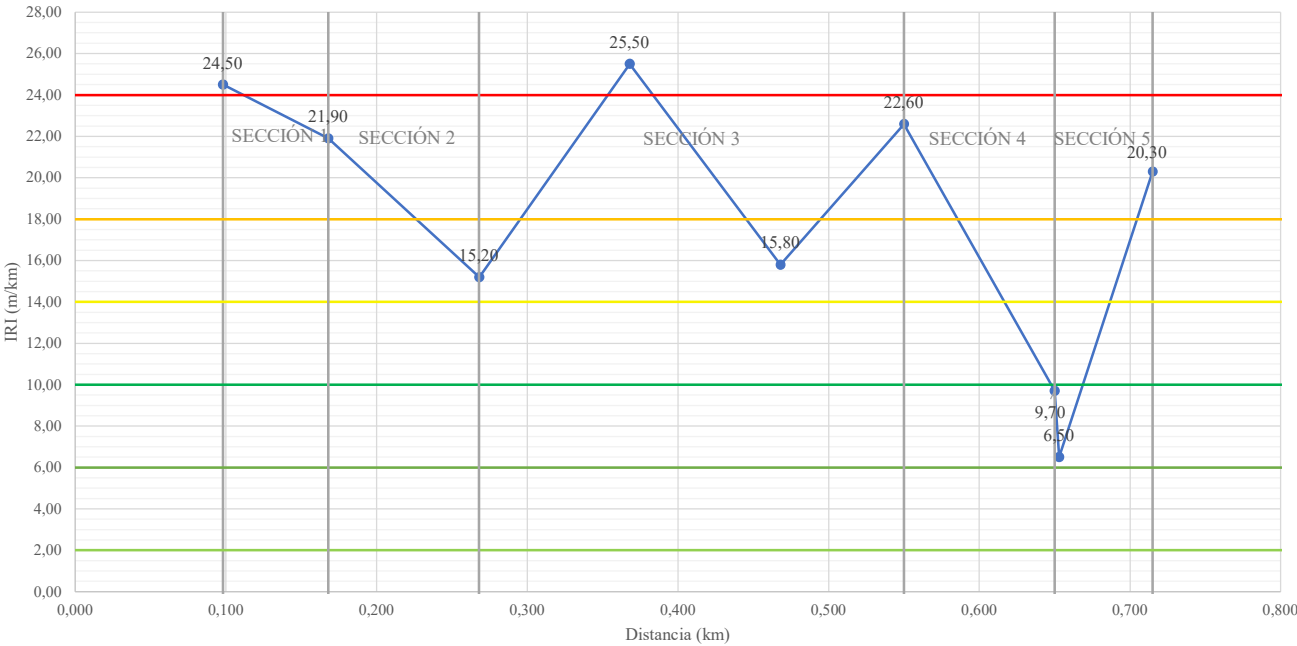
Valores promedio IRI

Sección 1:	24,50
Sección 2:	21,90
Sección 3:	19,64
Sección 4:	9,61
Sección 5:	20,30
Global:	19,14

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Hora:	08:56:50 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	23,40	27,00	9,9046258	-83,8611495	2018,10	V < 25 km/h x 2
1	0,102	0,102	17,20	27,00	9,9049595	-83,8608568	2021,10	
2	0,065	0,167	8,50	17,00	9,9051817	-83,8606620	2022,30	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,267	17,00	29,00	9,9055817	-83,8600875	2036,10	
3	0,200	0,367	14,60	27,00	9,9058765	-83,8592537	2038,40	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	16,80	29,00	9,9059716	-83,8583787	2043,40	
3	0,385	0,552	26,40	27,00	9,9063245	-83,8576653	2047,30	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,652	6,40	17,00	9,9070801	-83,8573508	2060,30	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,654	3,40	23,00	9,9074894	-83,8571505	2069,30	V < 25 km/h x 1
5	0,061	0,715	31,80	26,00	9,9077464	-83,8570588	2071,80	V < 25 km/h x 3

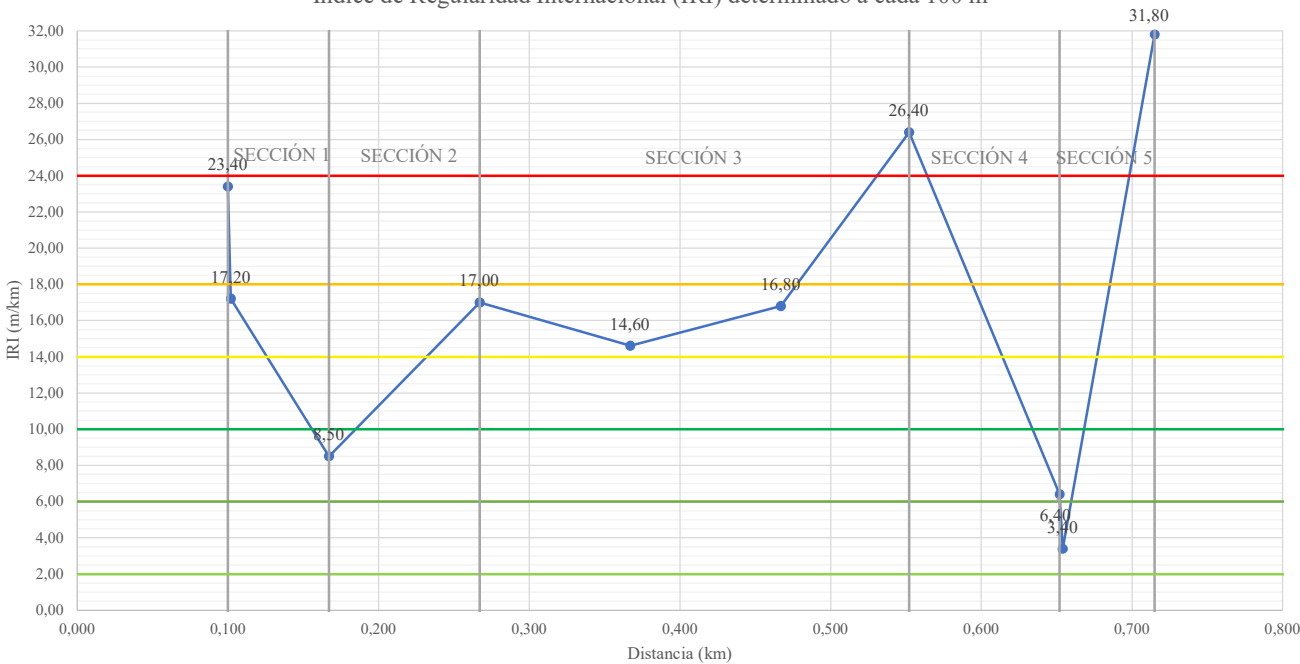
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,28
Sección 2:	8,50
Sección 3:	18,40
Sección 4:	6,34
Sección 5:	31,80
Global:	17,64

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

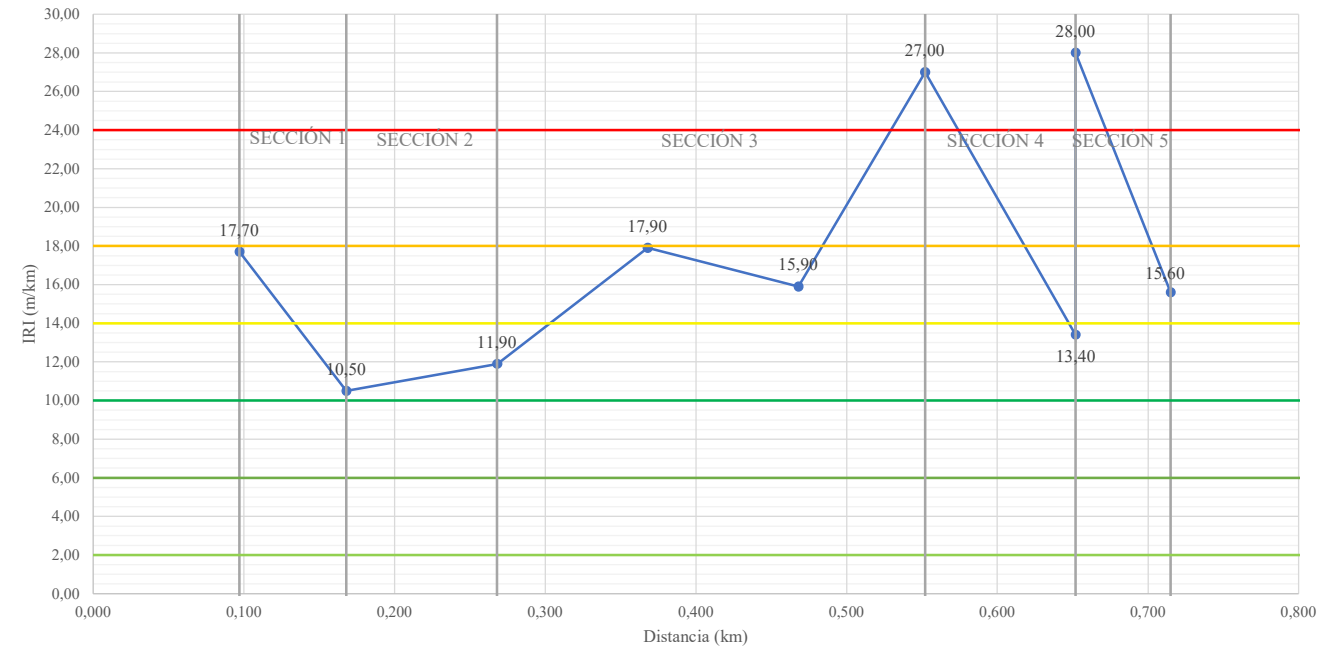
Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	09:16:36 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	65,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,097	0,097	17,70	30,00	9,9046379	-83,8611533	2019,20	
2	0,071	0,168	10,50	22,00	9,9052075	-83,8606678	2022,30	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	11,90	29,00	9,9056209	-83,8600934	2032,50	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	17,90	29,00	9,9059200	-83,8592576	2039,20	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	15,90	29,00	9,9060017	-83,8583643	2042,60	
3	0,384	0,552	27,00	27,00	9,9063715	-83,8576591	2049,40	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,652	13,40	18,00	9,9071276	-83,8573049	2055,50	V < 25 km/h x 1
4	0,101	0,652	28,00	20,00	9,9075248	-83,8571393	2067,10	
5	0,063	0,715	15,60	24,00	9,9077870	-83,8570669	2072,80	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	17,70	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	10,50		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Sección 3:	17,81		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala
Sección 4:	13,27			
Sección 5:	15,60			
Global:	16,26			

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	09:22:20 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	23,20	30,00	9,9046299	-83,8611473	2019,10	
2	0,070	0,169	23,80	24,00	9,9052191	-83,8606581	2023,20	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,269	12,60	32,00	9,9056126	-83,8600962	2035,40	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,369	15,90	31,00	9,9059244	-83,8592697	2039,80	
3	0,300	0,469	19,10	32,00	9,9060158	-83,8583770	2045,70	
3	0,383	0,552	27,40	28,00	9,9063820	-83,8576745	2049,80	
4	0,100	0,652	13,30	18,00	9,9070834	-83,8573436	2058,50	V < 25 km/h x 2
4	0,102	0,654	24,60	25,00	9,9075006	-83,8571404	2067,30	
5	0,067	0,721	35,10	25,00	9,9077726	-83,8570468	2072,90	V < 25 km/h x 3

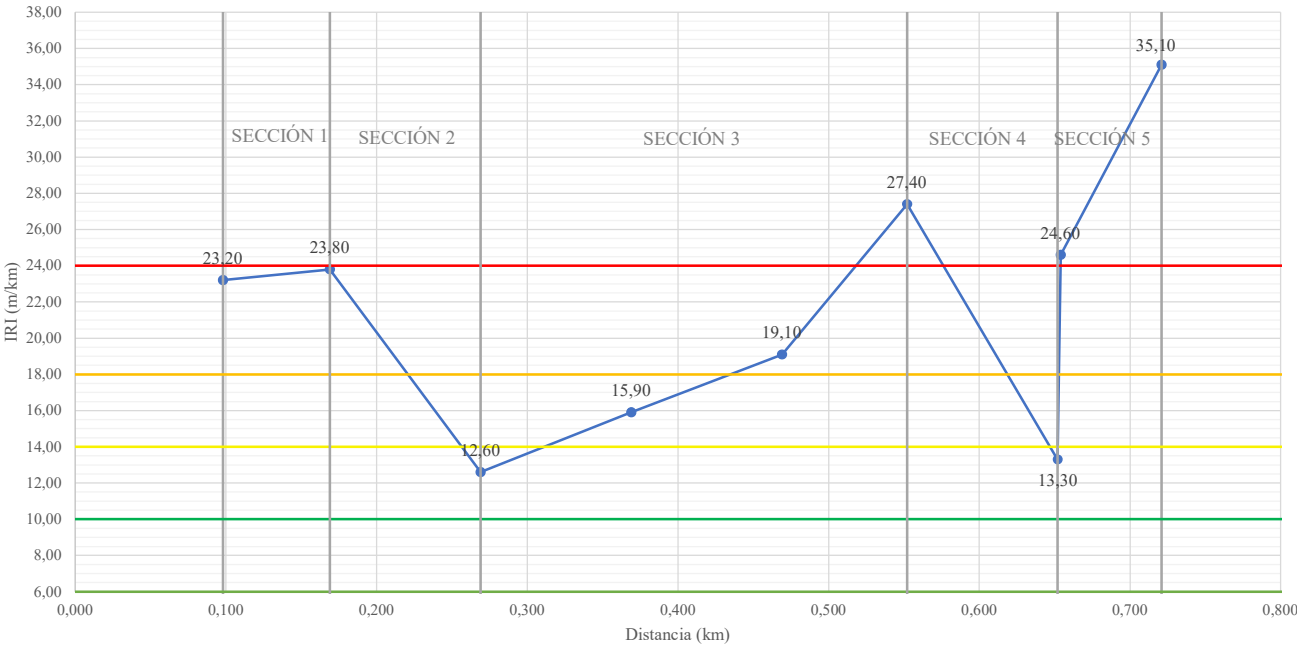
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,20
Sección 2:	23,80
Sección 3:	18,37
Sección 4:	13,52
Sección 5:	35,10
Global:	20,43

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Hora:	09:28:03 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	20,50	27,00	9,9046376	-83,8611764	2018,60	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,169	10,00	24,00	9,9052022	-83,8606767	2022,40	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,269	15,60	31,00	9,9055983	-83,8601056	2035,50	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,369	17,20	30,00	9,9059066	-83,8592481	2039,50	
3	0,300	0,469	17,90	28,00	9,9060102	-83,8583572	2046,50	V < 25 km/h x 2
3	0,383	0,552	30,60	27,00	9,9063592	-83,8576461	2052,10	
4	0,100	0,652	10,20	19,00	9,9070726	-83,8573540	2064,00	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,654	18,60	23,00	9,9075045	-83,8571665	2073,70	V < 25 km/h x 1
5	0,060	0,714	24,50	25,00	9,9077419	-83,8570709	2079,10	V < 25 km/h x 2

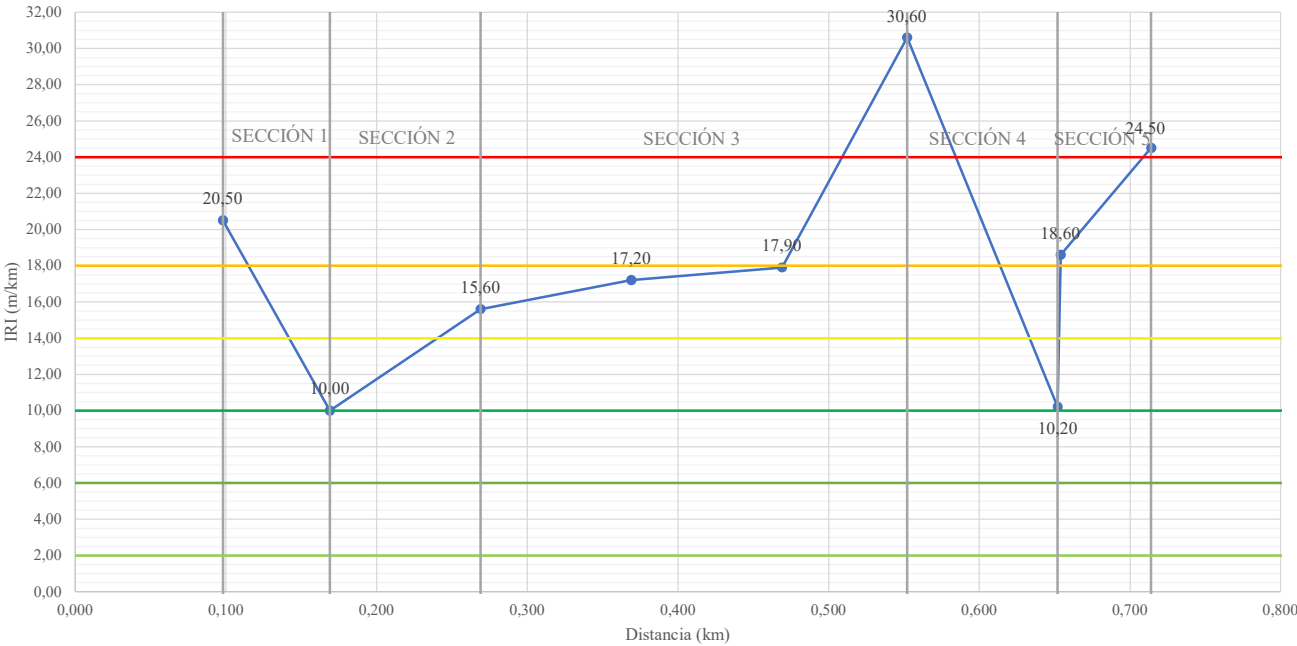
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,50
Sección 2:	10,00
Sección 3:	19,87
Sección 4:	10,36
Sección 5:	24,50
Global:	18,01

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

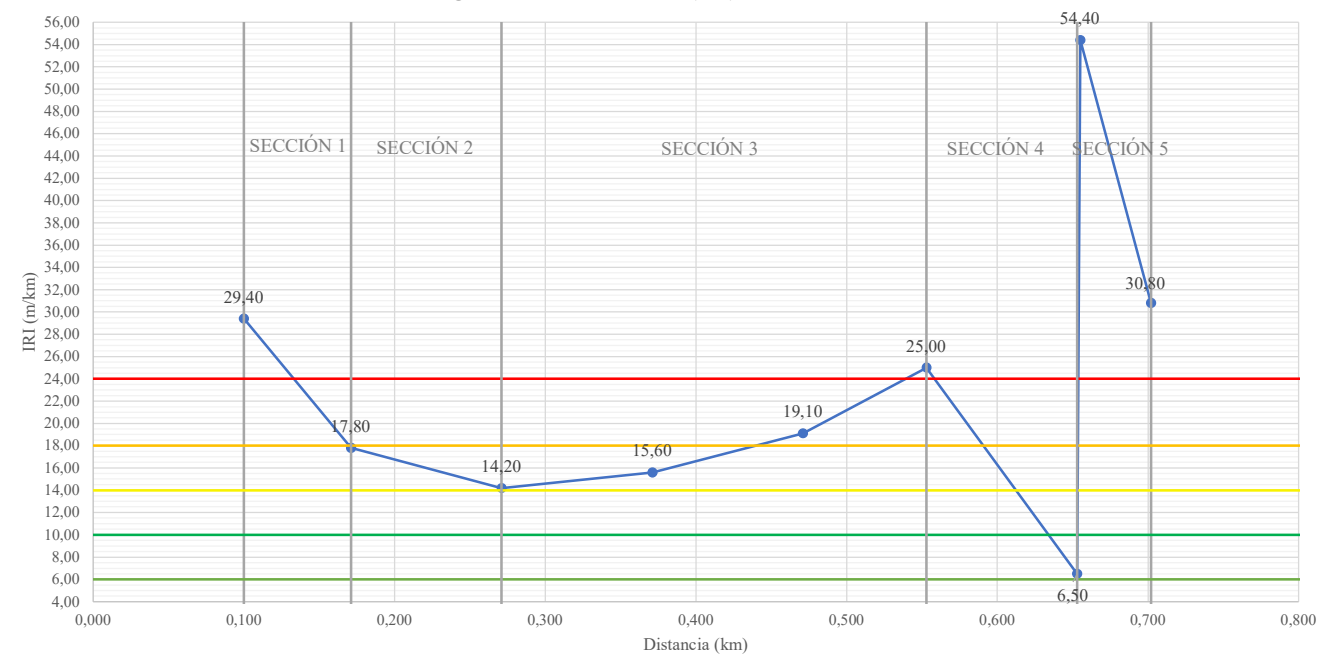
Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	09:34:11 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	50,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	29,40	28,00	9,9047434	-83,8610944	2023,20	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,171	17,80	24,00	9,9053512	-83,8606124	2025,30	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,271	14,20	31,00	9,9056323	-83,8599222	2036,40	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,371	15,60	28,00	9,9059351	-83,8590893	2040,00	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,471	19,10	30,00	9,9060446	-83,8582197	2044,00	
3	0,382	0,553	25,00	26,00	9,9065023	-83,8575691	2052,70	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,653	6,50	16,00	9,9072537	-83,8572788	2062,70	V < 25 km/h x 1
4	0,101	0,655	54,40	24,00	9,9076351	-83,8570760	2073,60	V < 25 km/h x 1
5	0,047	0,702	30,80	25,00	9,9078221	-83,8570318	2077,20	V < 25 km/h x 2

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	29,40	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	17,80		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Sección 3:	18,17		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala
Sección 4:	7,51			
Sección 5:	30,80			
Global:	19,02			

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	09:40:24 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	27,00	27,00	9,9046587	-83,8611462	2018,40	
2	0,069	0,167	5,20	18,00	9,9052113	-83,8606433	2025,50	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	15,40	29,00	9,9055974	-83,8600932	2036,70	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,367	15,20	28,00	9,9059052	-83,8592462	2039,60	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	16,50	28,00	9,9060231	-83,8583771	2044,40	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,551	20,90	25,00	9,9063768	-83,8576570	2051,90	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,651	9,10	17,00	9,9070966	-83,8573680	2064,20	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,653	8,50	20,00	9,9075183	-83,8571737	2070,90	V < 25 km/h x 1
5	0,061	0,714	13,00	23,00	9,9077578	-83,8571035	2076,40	V < 25 km/h x 1

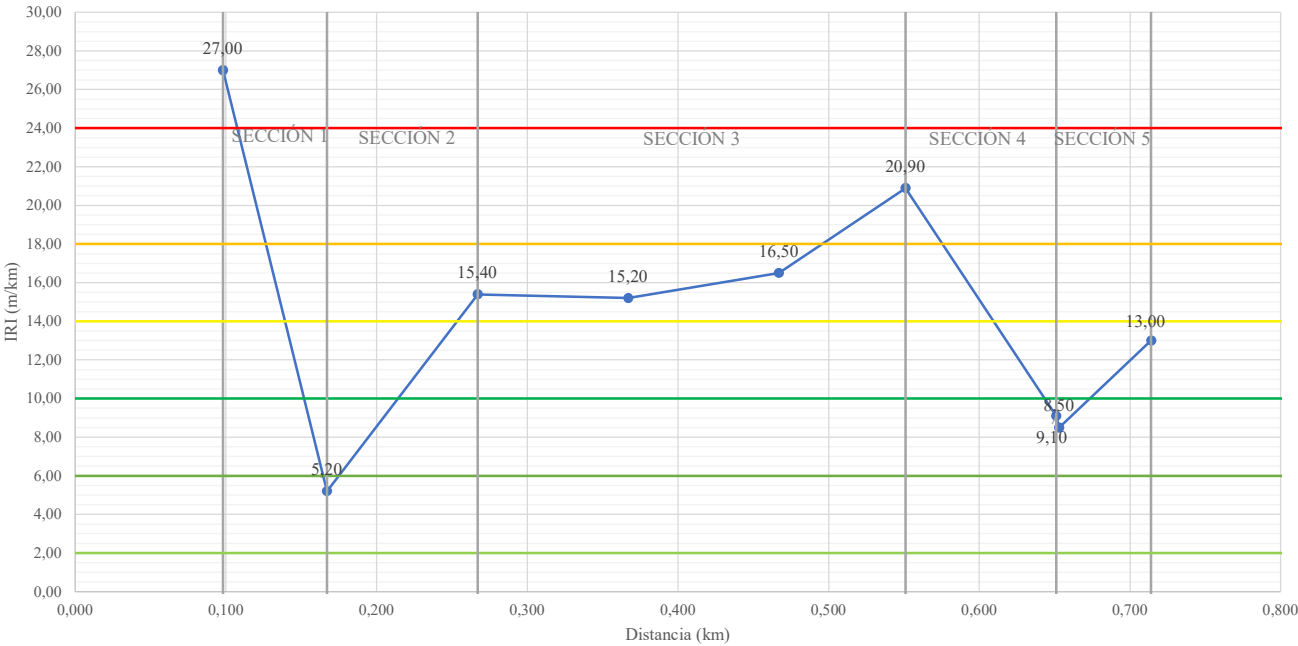
Valores promedio IRI

Sección 1:	27,00
Sección 2:	5,20
Sección 3:	16,84
Sección 4:	9,09
Sección 5:	13,00
Global:	15,67

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023	Hora:	09:46:41 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,098	0,098	22,60	29,00	9,9046496	-83,8611555	2023,60	
2	0,070	0,167	3,50	17,00	9,9052275	-83,8606672	2027,10	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	15,30	30,00	9,9055835	-83,8600518	2041,80	
3	0,200	0,367	19,10	28,00	9,9058958	-83,8592326	2041,90	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	15,50	30,00	9,9060157	-83,8583625	2047,50	
3	0,384	0,551	32,00	26,00	9,9063719	-83,8576633	2053,90	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,651	5,50	17,00	9,9071179	-83,8573583	2064,80	V < 25 km/h x 1
4	0,101	0,652	8,70	25,00	9,9075150	-83,8571583	2075,80	
5	0,059	0,711	21,20	25,00	9,9077507	-83,8570632	2081,00	V < 25 km/h x 1

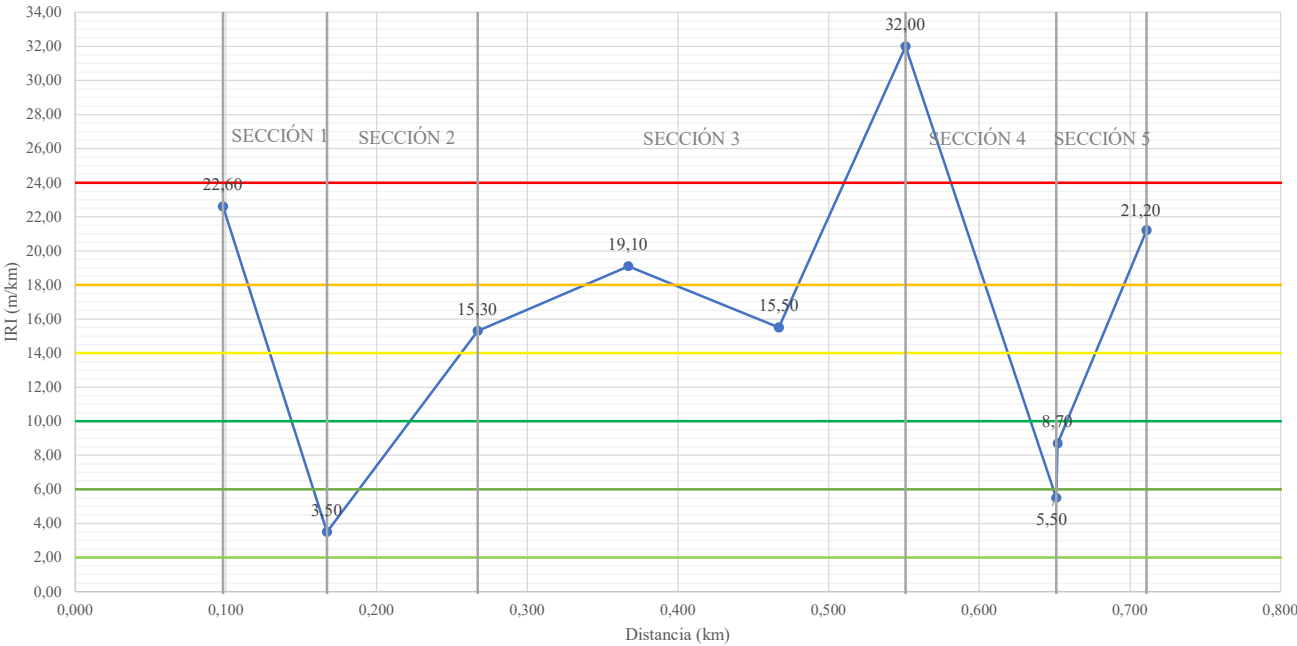
Valores promedio IRI

Sección 1:	22,60
Sección 2:	3,50
Sección 3:	19,99
Sección 4:	5,53
Sección 5:	21,20
Global:	16,80

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 20 de septiembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	64,00 m

Clima:	Soleado, 18°C, viento 5 km/h
Hora:	09:53:00 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,096	0,096	21,00	29,00	9,9046670	-83,8611661	2024,20	
2	0,072	0,168	10,50	18,00	9,9052261	-83,8606720	2031,60	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	15,40	29,00	9,9056087	-83,8600820	2043,90	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	17,60	28,00	9,9058971	-83,8592373	2043,30	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	13,00	28,00	9,9059873	-83,8583534	2048,50	V < 25 km/h x 1
3	0,385	0,553	28,90	26,00	9,9063746	-83,8576563	2053,90	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,653	4,00	16,00	9,9071015	-83,8573455	2065,10	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,715	8,60	21,00	9,9077651	-83,8570627	2081,40	V < 25 km/h x 1

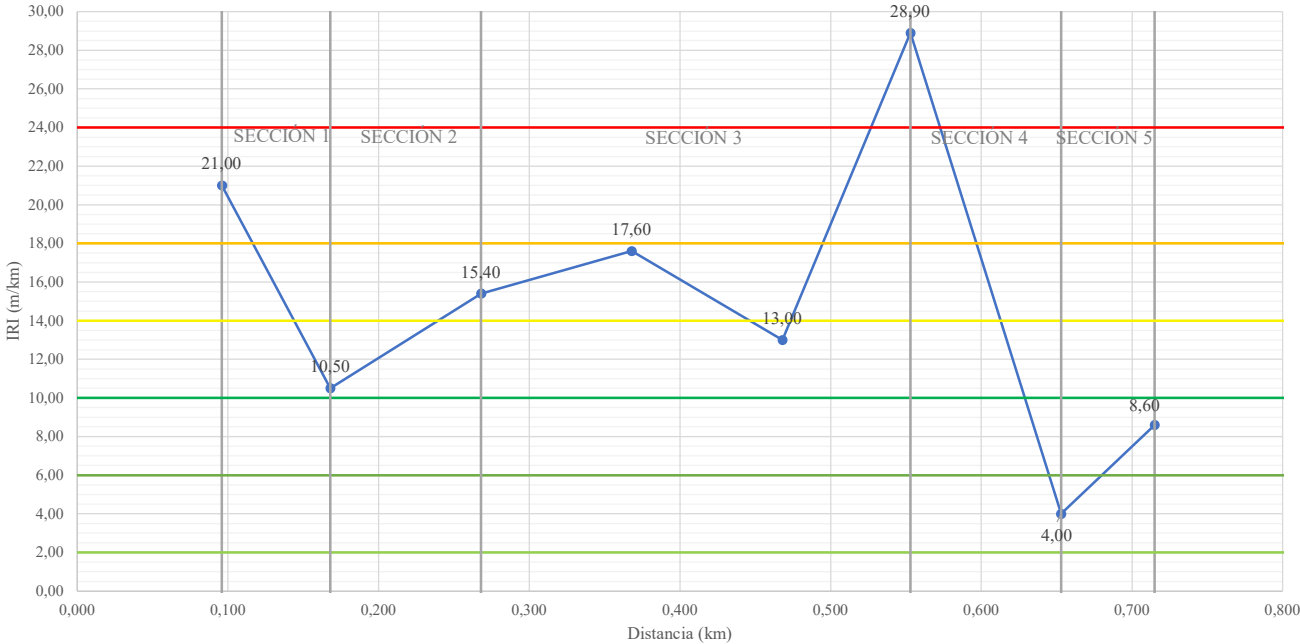
Valores promedio IRI

Sección 1:	21,00
Sección 2:	10,50
Sección 3:	18,33
Sección 4:	4,00
Sección 5:	8,60
Global:	15,05

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	10:50:56 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo detenido en la vía

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,70	39,00	9,8655033	-83,8676056	1578,50	
1	0,200	0,200	9,00	35,00	9,8651199	-83,8667747	1585,10	
1	0,300	0,300	10,30	31,00	9,8651611	-83,8659086	1583,40	
1	0,400	0,400	8,00	32,00	9,8657406	-83,8651878	1583,60	
1	0,500	0,500	9,40	30,00	9,8663390	-83,8644718	1581,00	
1	0,600	0,600	9,70	30,00	9,8667642	-83,8637014	1580,00	ET1
1	0,700	0,700	13,60	26,00	9,8672808	-83,8629669	1578,80	V < 25 km/h x 1
1	0,800	0,800	12,40	27,00	9,8680528	-83,8625504	1587,70	V < 25 km/h x 1
1	0,891	0,891	16,30	31,00	9,8687944	-83,8621621	1593,50	
2	0,100	0,991	16,10	28,00	9,8694986	-83,8616621	1594,90	
2	0,120	1,011	18,10	27,00	9,8699481	-83,8613420	1598,80	

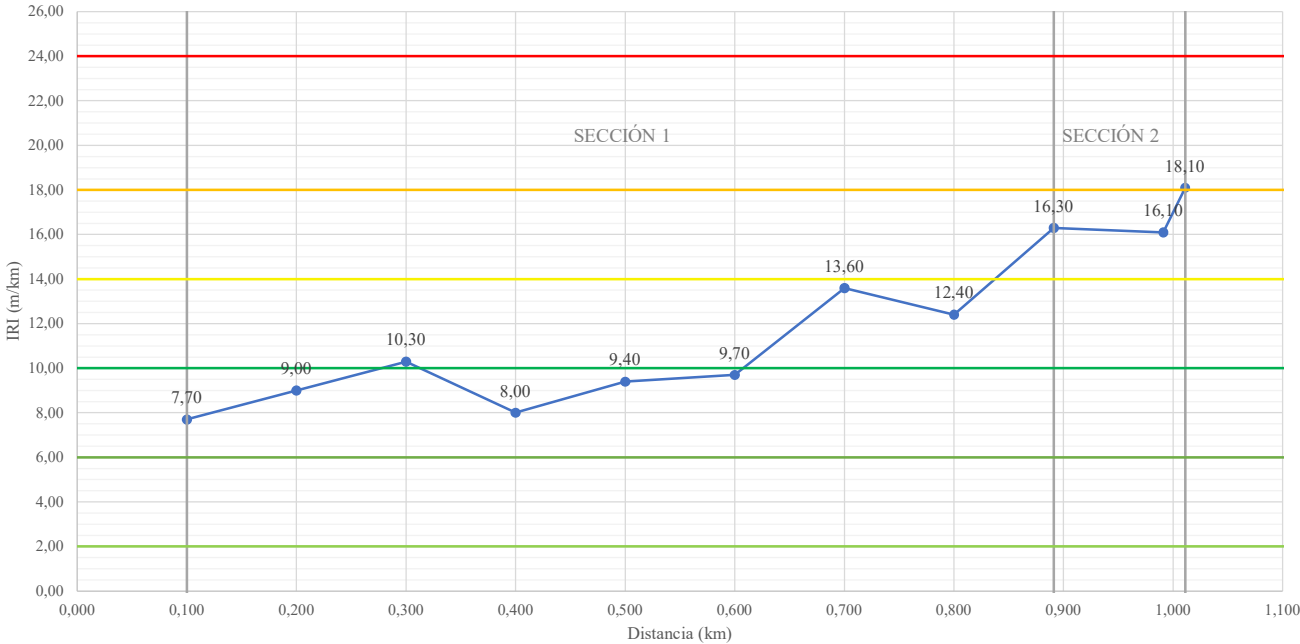
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,65
Sección 2:	16,43
Global:	11,34

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	10:56:16 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 2
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		Equipo: ARRB Roughometer III
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		Medición de IRI en una única huella (izquierda)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		Superficie de ruedo de lastre
Operador:	Jesús Fernández Mesén		No presenta singularidades
Lead in:	186,00 m		Velocidad de medición meta: 30 km/h
			Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,60	31,00	9,8654911	-83,8675855	1580,90	
1	0,200	0,200	8,80	31,00	9,8651107	-83,8667703	1588,10	
1	0,300	0,300	10,00	31,00	9,8651811	-83,8658967	1585,50	
1	0,400	0,400	10,20	31,00	9,8657471	-83,8651749	1585,80	ET1
1	0,500	0,500	8,80	32,00	9,8663478	-83,8644872	1582,60	
1	0,600	0,600	9,70	32,00	9,8667409	-83,8636673	1581,90	
1	0,700	0,700	14,90	31,00	9,8672742	-83,8629735	1581,60	
1	0,800	0,800	17,30	29,00	9,8680485	-83,8625363	1592,20	
1	0,889	0,889	16,50	31,00	9,8687973	-83,8621373	1596,00	
2	0,100	0,989	16,70	29,00	9,8694924	-83,8616474	1601,80	
2	0,123	1,011	12,30	27,00	9,8699596	-83,8613484	1605,70	V < 25 km/h x 1

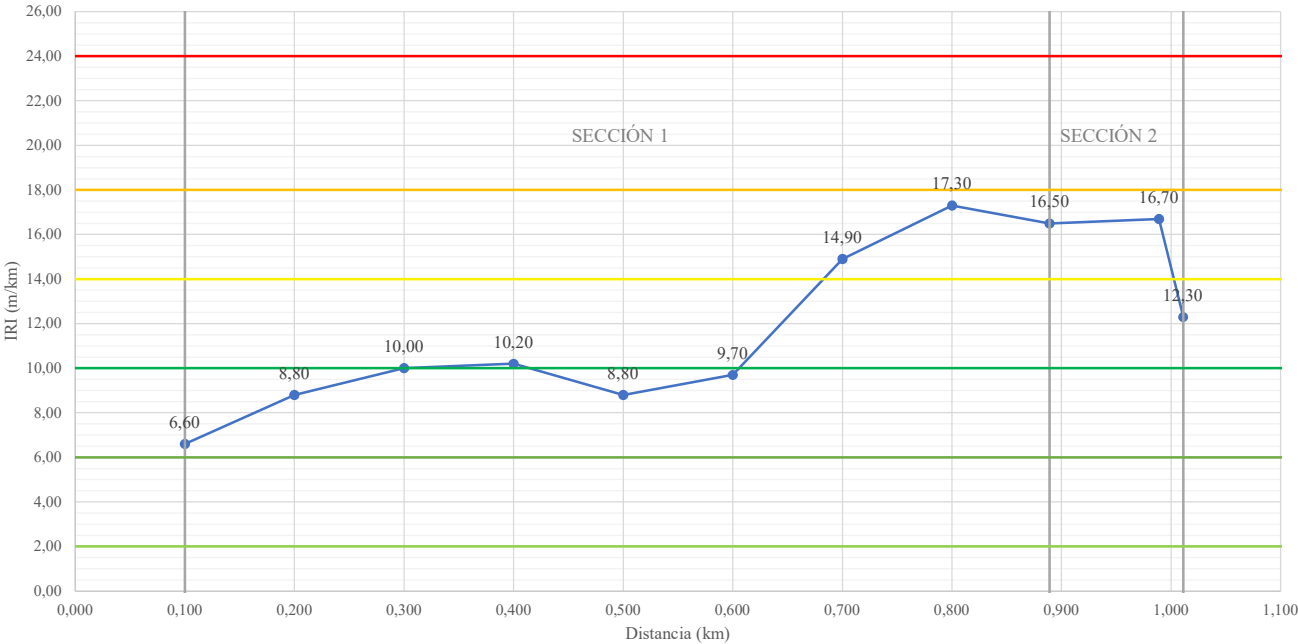
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,36
Sección 2:	15,78
Global:	11,91

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:09:43 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,00	30,00	9,8654863	-83,8675886	1579,90	
1	0,200	0,200	9,10	30,00	9,8651191	-83,8667745	1585,90	
1	0,300	0,300	9,40	30,00	9,8651912	-83,8659032	1585,90	
1	0,400	0,400	10,00	30,00	9,8657583	-83,8651935	1584,90	
1	0,500	0,500	10,00	30,00	9,8663482	-83,8644891	1581,70	
1	0,600	0,600	9,80	31,00	9,8667471	-83,8636896	1579,80	
1	0,700	0,700	16,40	29,00	9,8672911	-83,8630039	1578,50	
1	0,800	0,800	18,70	28,00	9,8680383	-83,8625369	1588,60	
1	0,891	0,891	18,40	29,00	9,8687750	-83,8621412	1596,80	
2	0,100	0,991	17,10	29,00	9,8694878	-83,8616664	1598,40	
2	0,123	1,014	12,70	26,00	9,8699419	-83,8613603	1603,20	V < 25 km/h x 1

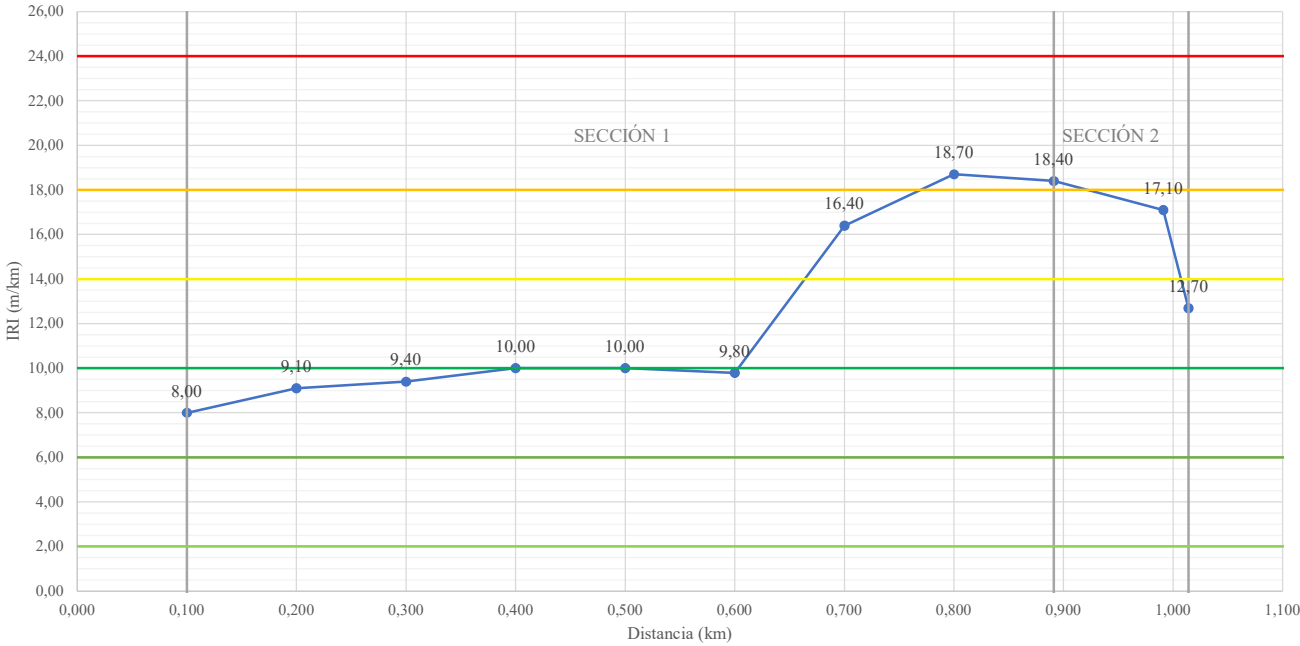
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,14
Sección 2:	16,28
Global:	12,64

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	11:15:58 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	185,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,80	30,00	9,8654863	-83,8675638	1580,90	
1	0,200	0,200	9,80	30,00	9,8651128	-83,8667539	1587,60	
1	0,300	0,300	11,00	30,00	9,8651735	-83,8658603	1585,20	
1	0,400	0,400	10,50	30,00	9,8657886	-83,8651799	1583,60	
1	0,500	0,500	8,10	29,00	9,8663571	-83,8644854	1583,00	
1	0,600	0,600	9,80	30,00	9,8667831	-83,8636987	1581,30	
1	0,700	0,700	15,60	30,00	9,8673121	-83,8629636	1578,50	
1	0,800	0,800	21,60	28,00	9,8680626	-83,8625125	1587,80	
1	0,890	0,890	20,20	30,00	9,8688019	-83,8621123	1594,80	ET1
2	0,100	0,990	15,20	28,00	9,8695157	-83,8616334	1597,20	V < 25 km/h x 1
2	0,120	1,010	10,20	26,00	9,8699688	-83,8613393	1602,30	V < 25 km/h x 1

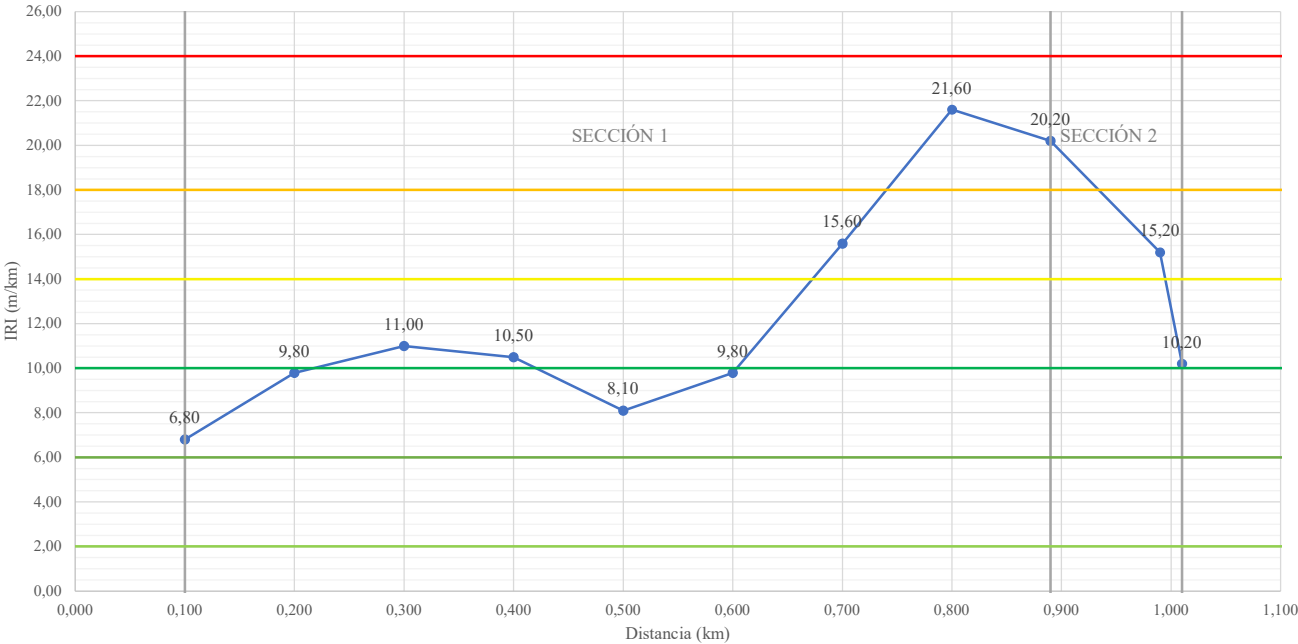
Valores promedio IRI

Sección 1:	12,51
Sección 2:	14,37
Global:	12,73

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



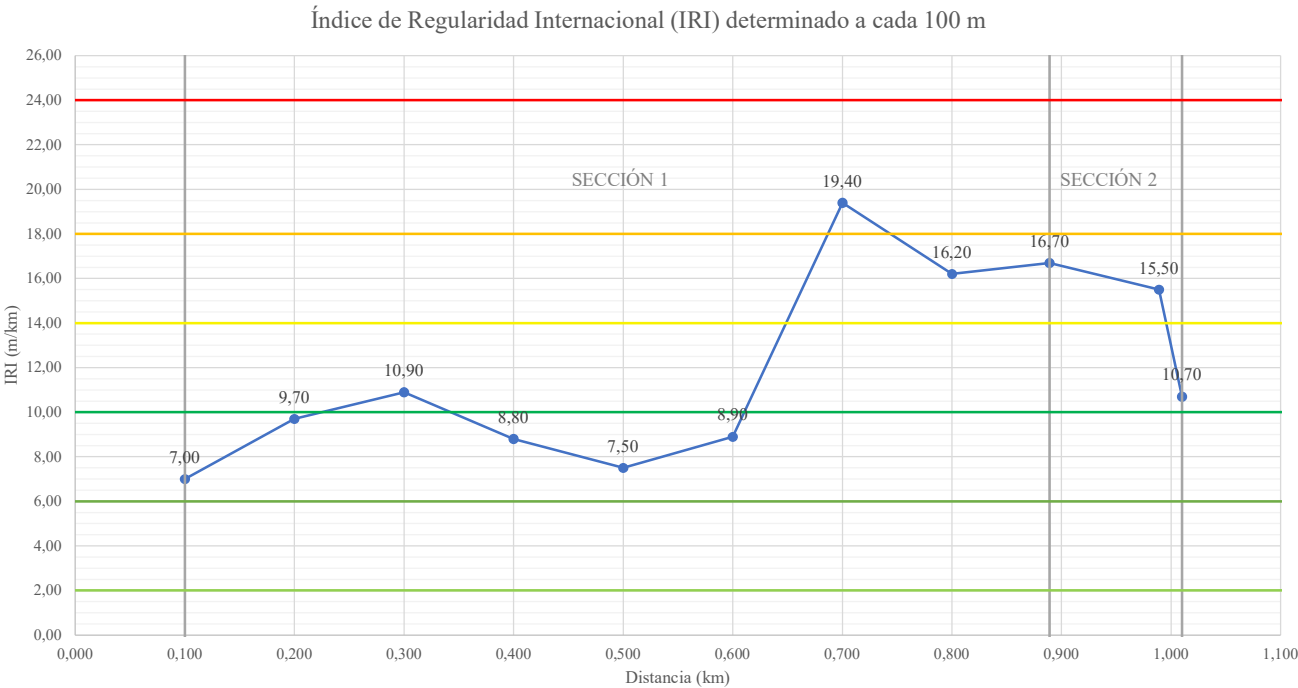
INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	11:20:53 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	185,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,00	30,00	9,8654839	-83,8675723	1582,20	ET1
1	0,200	0,200	9,70	30,00	9,8651157	-83,8667510	1589,90	
1	0,300	0,300	10,90	30,00	9,8651584	-83,8658623	1590,30	
1	0,400	0,400	8,80	32,00	9,8657552	-83,8651558	1586,50	
1	0,500	0,500	7,50	31,00	9,8663543	-83,8644638	1584,30	
1	0,600	0,600	8,90	31,00	9,8667185	-83,8636438	1579,90	
1	0,700	0,700	19,40	31,00	9,8672829	-83,8629326	1576,50	
1	0,800	0,800	16,20	30,00	9,8680391	-83,8624839	1586,70	
1	0,889	0,889	16,70	31,00	9,8688059	-83,8621255	1595,10	
2	0,100	0,989	15,50	29,00	9,8695005	-83,8616299	1598,80	
2	0,121	1,010	10,70	28,00	9,8699504	-83,8613377	1602,60	

Valores promedio IRI			Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	11,62		Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	14,67			de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Global:	11,98			de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:26:14 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,80	31,00	9,8654818	-83,8675750	1582,00	
1	0,200	0,200	9,30	31,00	9,8651104	-83,8667618	1590,00	
1	0,300	0,300	10,20	31,00	9,8652087	-83,8658893	1586,50	
1	0,400	0,400	11,00	31,00	9,8657991	-83,8651985	1583,90	
1	0,500	0,500	9,10	31,00	9,8663634	-83,8644838	1580,30	
1	0,600	0,600	10,00	31,00	9,8667334	-83,8636999	1579,90	
1	0,700	0,700	17,70	31,00	9,8672592	-83,8629775	1577,10	
1	0,800	0,800	17,40	30,00	9,8680574	-83,8625562	1593,10	
1	0,895	0,895	15,60	32,00	9,8688162	-83,8621316	1600,10	
2	0,100	0,995	14,10	31,00	9,8695322	-83,8616125	1598,90	
2	0,116	1,010	11,40	29,00	9,8699669	-83,8613234	1599,60	

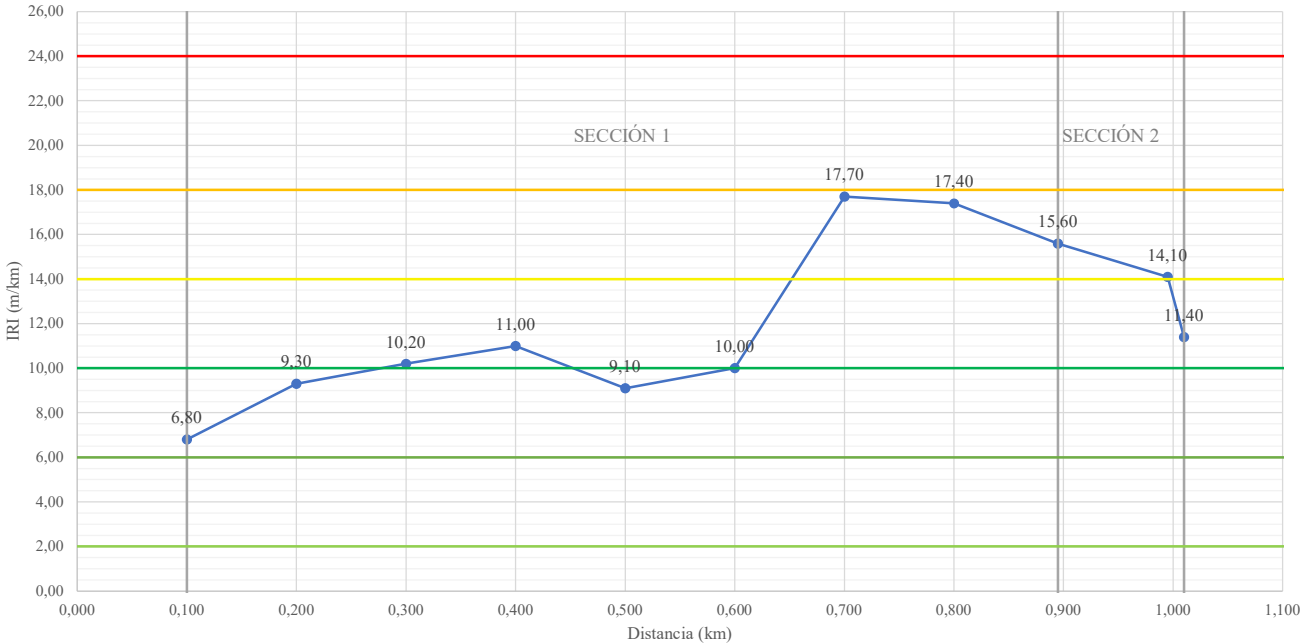
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,88
Sección 2:	13,63
Global:	12,09

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	182,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:31:25 a. m.
Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,60	31,00	9,8654864	-83,8675858	1583,40	
1	0,200	0,200	9,20	32,00	9,8651146	-83,8667636	1591,20	
1	0,300	0,300	10,70	31,00	9,8651800	-83,8658836	1587,20	
1	0,400	0,400	8,80	32,00	9,8657498	-83,8651720	1583,70	
1	0,500	0,500	8,30	32,00	9,8663428	-83,8644880	1580,70	
1	0,600	0,600	9,40	31,00	9,8667370	-83,8636534	1580,10	
1	0,700	0,700	16,10	31,00	9,8672512	-83,8629545	1579,30	
1	0,800	0,800	16,00	31,00	9,8680482	-83,8625451	1592,80	
1	0,890	0,890	15,60	33,00	9,8687789	-83,8621508	1600,50	
2	0,100	0,990	16,00	30,00	9,8694960	-83,8616665	1601,60	
2	0,123	1,013	11,60	27,00	9,8699502	-83,8613433	1602,50	V < 25 km/h x 1

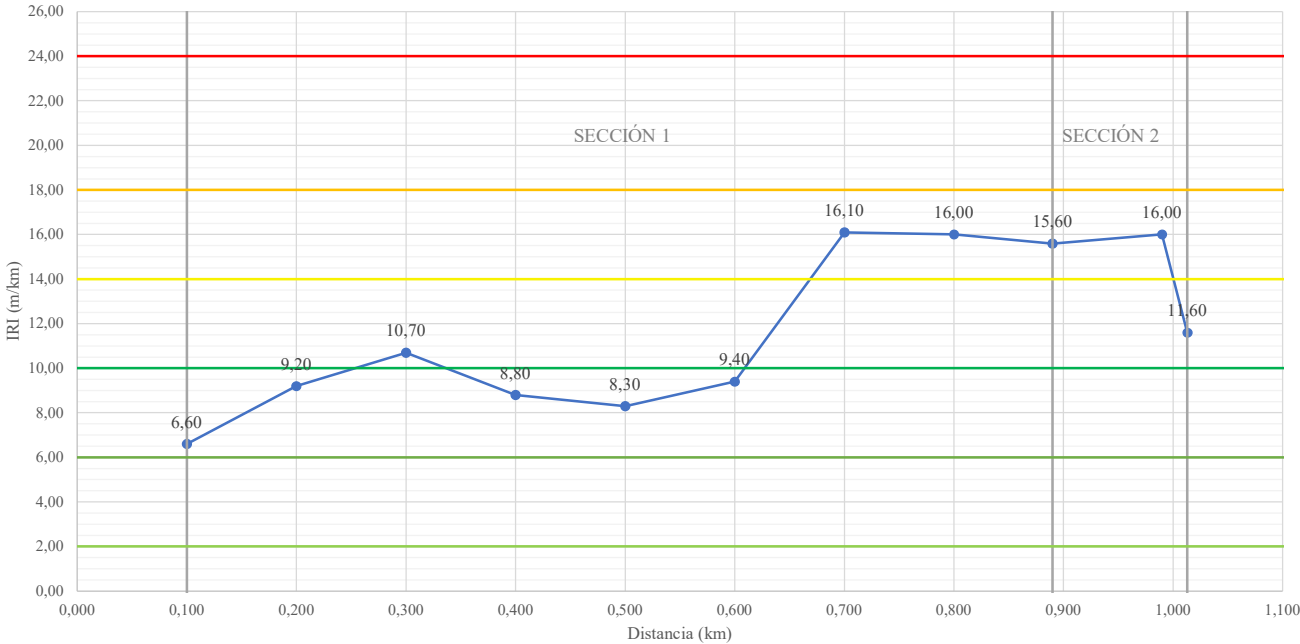
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,14
Sección 2:	15,18
Global:	11,63

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	183,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:37:01 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,50	30,00	9,8654908	-83,8675829	1582,80	
1	0,200	0,200	9,10	31,00	9,8651205	-83,8667567	1590,60	
1	0,300	0,300	10,80	31,00	9,8651756	-83,8658623	1586,80	
1	0,400	0,400	9,70	31,00	9,8657568	-83,8651660	1584,50	
1	0,500	0,500	8,70	31,00	9,8663473	-83,8644957	1583,00	
1	0,600	0,600	8,80	32,00	9,8667645	-83,8636679	1582,40	
1	0,700	0,700	16,00	31,00	9,8672710	-83,8629454	1584,10	
1	0,800	0,800	18,20	31,00	9,8680319	-83,8625148	1596,50	
1	0,890	0,890	15,40	33,00	9,8687965	-83,8621199	1602,60	
2	0,100	0,990	14,60	31,00	9,8694916	-83,8616302	1602,60	
2	0,122	1,012	11,80	29,00	9,8699387	-83,8613209	1600,50	

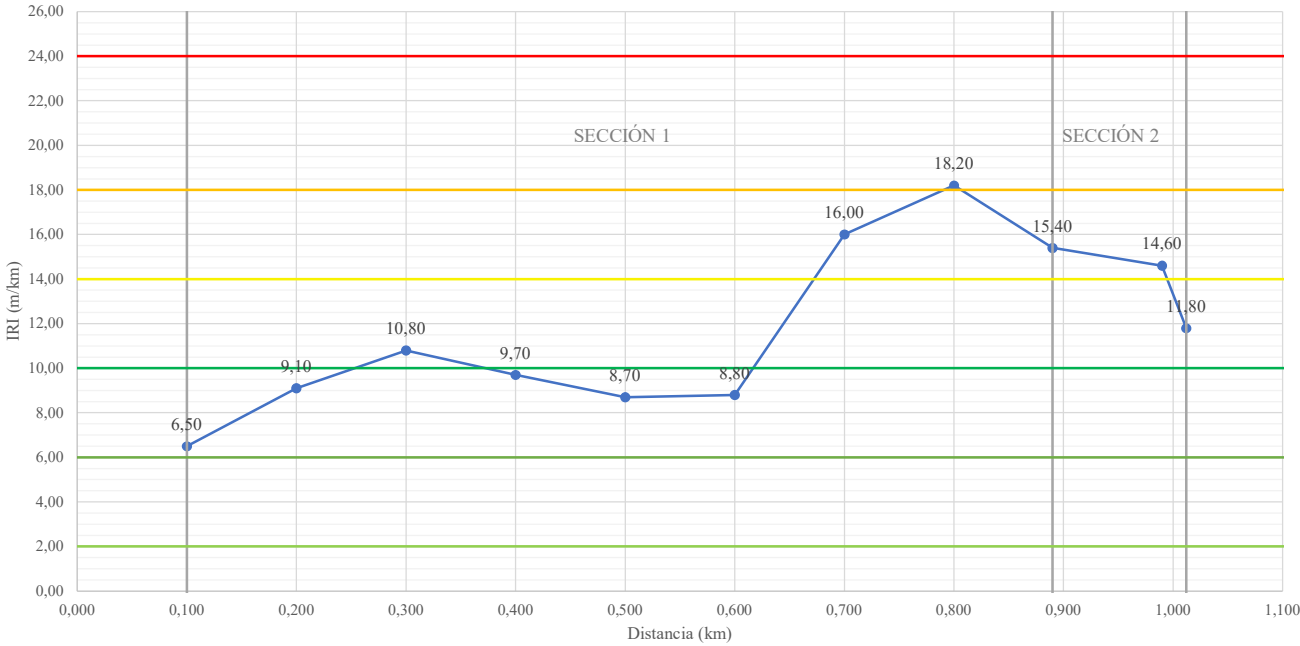
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,42
Sección 2:	14,10
Global:	11,74

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	183,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:42:30 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,30	31,00	9,8654891	-83,8675730	1581,80	
1	0,200	0,200	9,70	31,00	9,8651219	-83,8667561	1589,90	
1	0,300	0,300	10,70	31,00	9,8651796	-83,8658705	1586,90	
1	0,400	0,400	9,90	31,00	9,8657458	-83,8651623	1584,20	
1	0,500	0,500	9,80	31,00	9,8663328	-83,8644786	1581,40	
1	0,600	0,600	10,30	31,00	9,8667296	-83,8636841	1583,20	
1	0,700	0,700	15,70	33,00	9,8672756	-83,8629592	1578,10	
1	0,800	0,800	15,40	31,00	9,8680215	-83,8625089	1594,00	
1	0,890	0,890	15,80	33,00	9,8687715	-83,8621320	1601,30	
2	0,100	0,990	15,00	30,00	9,8694781	-83,8616332	1603,30	
2	0,124	1,013	10,90	28,00	9,8699583	-83,8613209	1601,90	

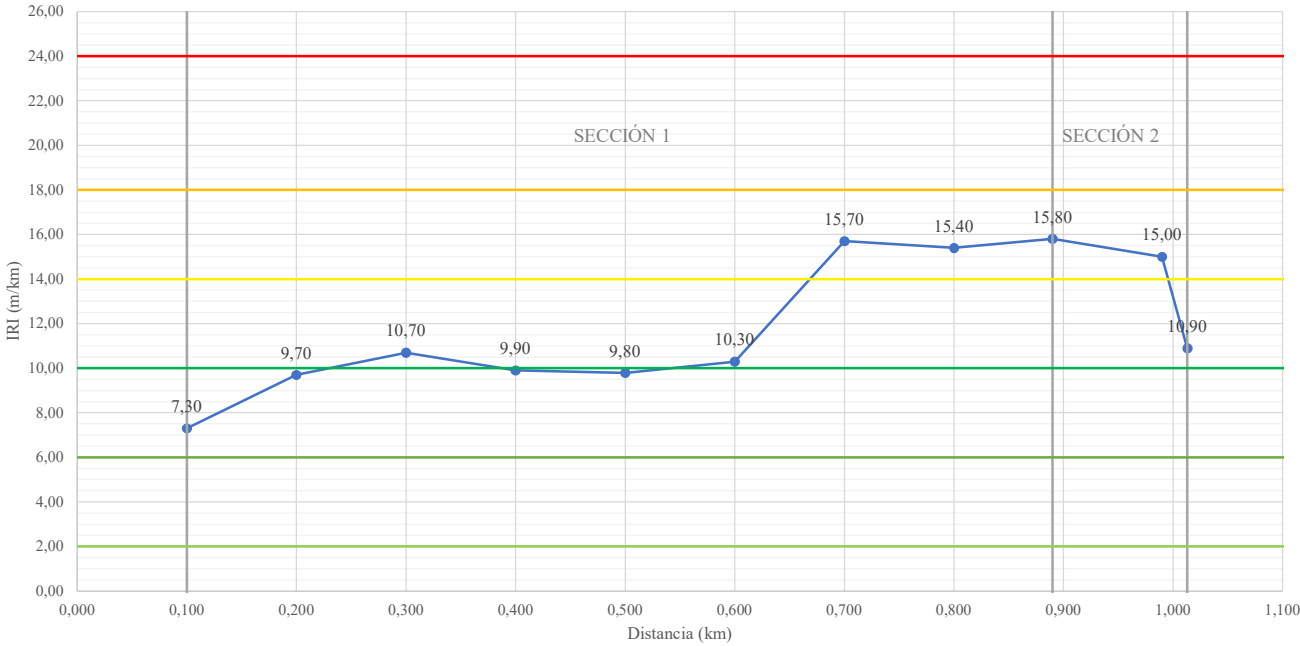
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,58
Sección 2:	14,12
Global:	11,90

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	183,00 m

Clima:	Soleado, 21°C, viento 6 km/h
Hora:	11:47:32 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,90	32,00	9,8654828	-83,8675731	1583,80	
1	0,200	0,200	9,20	32,00	9,8651072	-83,8667554	1590,10	
1	0,300	0,300	11,00	32,00	9,8651632	-83,8658600	1585,30	
1	0,400	0,400	8,10	32,00	9,8657397	-83,8651638	1583,60	
1	0,500	0,500	9,20	32,00	9,8663398	-83,8644889	1582,70	ET1
1	0,600	0,600	9,00	32,00	9,8667216	-83,8636799	1578,70	
1	0,700	0,700	15,10	31,00	9,8672550	-83,8629431	1576,10	
1	0,800	0,800	19,60	31,00	9,8680173	-83,8625021	1589,00	
1	0,889	0,889	15,70	33,00	9,8687704	-83,8621337	1598,60	
2	0,100	0,989	14,40	29,00	9,8694887	-83,8616513	1595,70	
2	0,124	1,013	10,90	28,00	9,8699503	-83,8613344	1597,70	

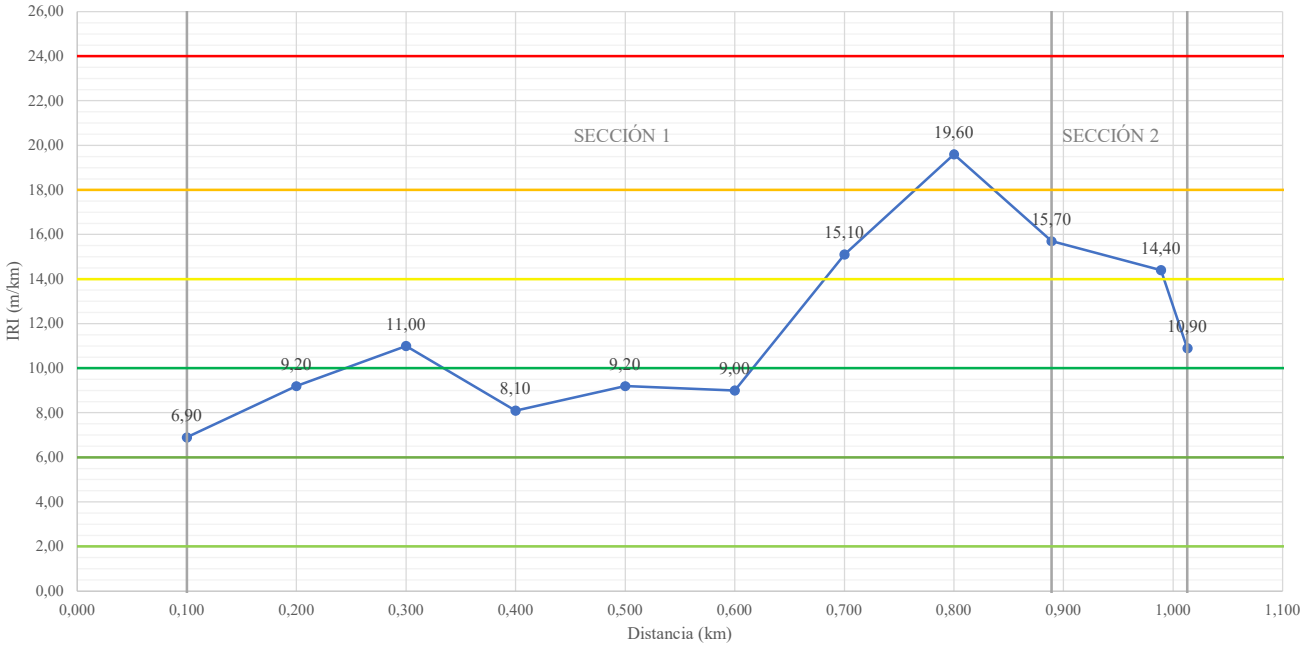
Valores promedio IRI

Sección 1:	11,48
Sección 2:	13,72
Global:	11,76

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	61,00 m

Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Hora:	08:46:18 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	18,80	33,00	9,9046291	-83,8611730	2023,50	
2	0,074	0,167	18,30	23,00	9,9051937	-83,8606777	2024,80	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	10,30	28,00	9,9056226	-83,8600668	2038,50	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,367	13,70	29,00	9,9059021	-83,8592114	2043,30	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	13,90	30,00	9,9059990	-83,8583292	2047,60	
3	0,386	0,553	26,40	28,00	9,9063766	-83,8576340	2054,50	
4	0,097	0,650	20,10	23,00	9,9071032	-83,8573109	2065,60	V < 25 km/h x 1
5	0,068	0,717	0,10	20,00	9,9077537	-83,8570387	2078,70	V < 25 km/h x 1

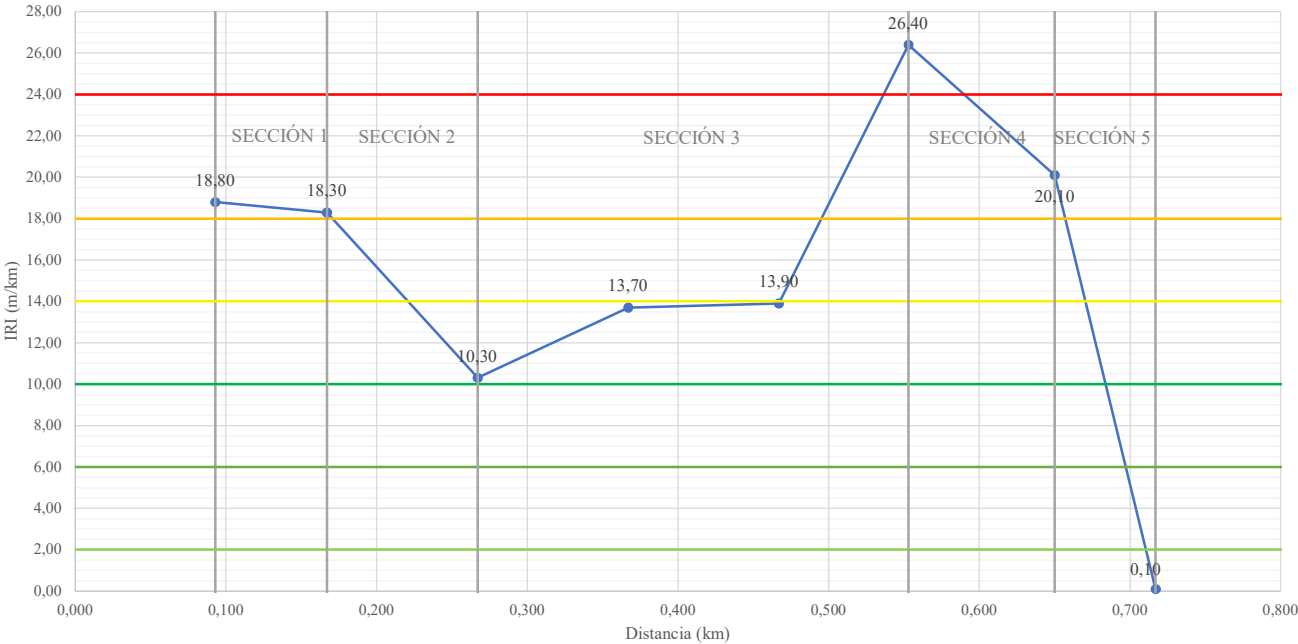
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,80
Sección 2:	18,30
Sección 3:	15,70
Sección 4:	20,10
Sección 5:	0,10
Global:	15,51

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	65,00 m

Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Hora:	08:52:04 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	20,80	28,00	9,9046209	-83,8611541	2025,70	
2	0,076	0,169	2,50	18,00	9,9051983	-83,8606706	2026,30	/ < 25 km/h x 1:ET1
3	0,100	0,269	13,60	31,00	9,9055698	-83,8600605	2042,00	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,369	14,00	28,00	9,9058840	-83,8591916	2042,50	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,469	17,10	30,00	9,9060038	-83,8583115	2048,70	
3	0,382	0,551	34,30	28,00	9,9063753	-83,8576117	2057,60	
4	0,100	0,651	14,00	19,00	9,9071111	-83,8572875	2065,20	V < 25 km/h x 1
4	0,104	0,655	9,20	23,00	9,9075110	-83,8571103	2075,00	V < 25 km/h x 1
5	0,064	0,719	20,90	24,00	9,9077762	-83,8570187	2079,70	V < 25 km/h x 1

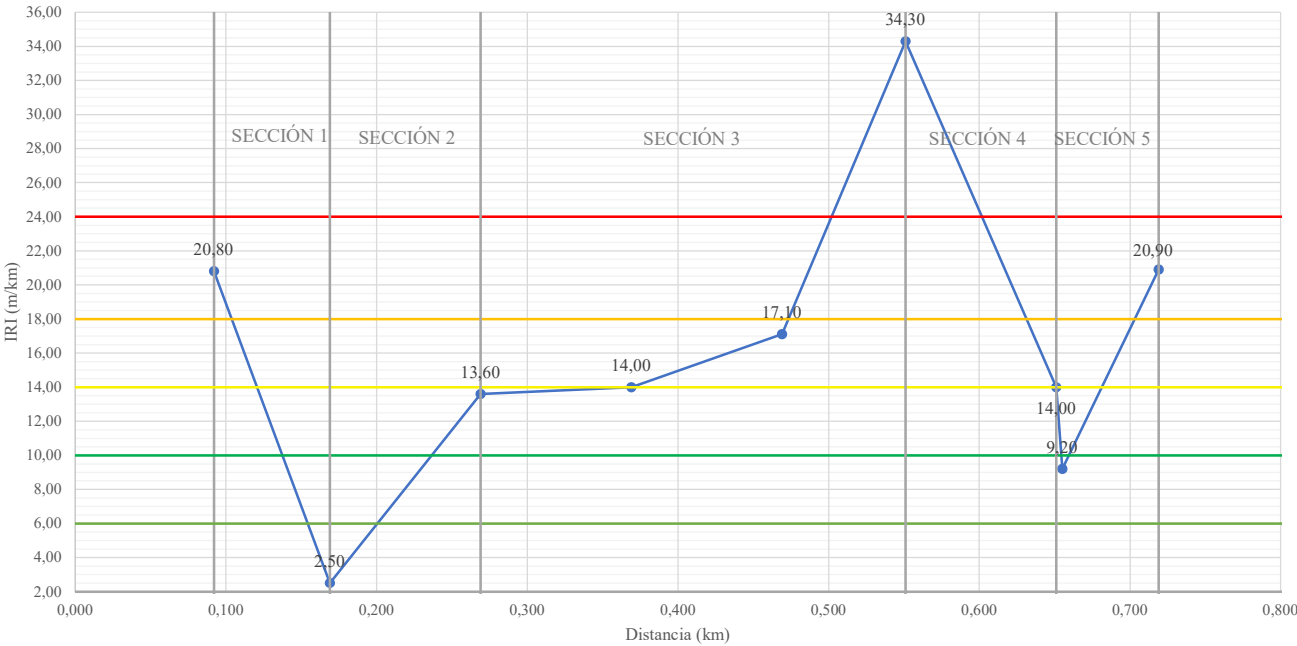
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,80
Sección 2:	2,50
Sección 3:	19,06
Sección 4:	13,82
Sección 5:	20,90
Global:	16,92

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	08:58:39 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	65,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	20,10	28,00	9,9046245	-83,8611663	2025,60	V < 25 km/h x 1
2	0,074	0,167	1,10	17,00	9,9051736	-83,8606800	2029,20	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	14,40	29,00	9,9055878	-83,8601014	2037,40	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,367	15,20	27,00	9,9059015	-83,8592059	2043,00	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	16,70	27,00	9,9060032	-83,8583333	2048,70	V < 25 km/h x 1
3	0,385	0,552	19,60	26,00	9,9063508	-83,8576449	2058,50	V < 25 km/h x 1
4	0,097	0,649	5,20	17,00	9,9070867	-83,8573226	2067,60	V < 25 km/h x 1
5	0,068	0,717	7,50	23,00	9,9077391	-83,8570376	2084,70	V < 25 km/h x 1

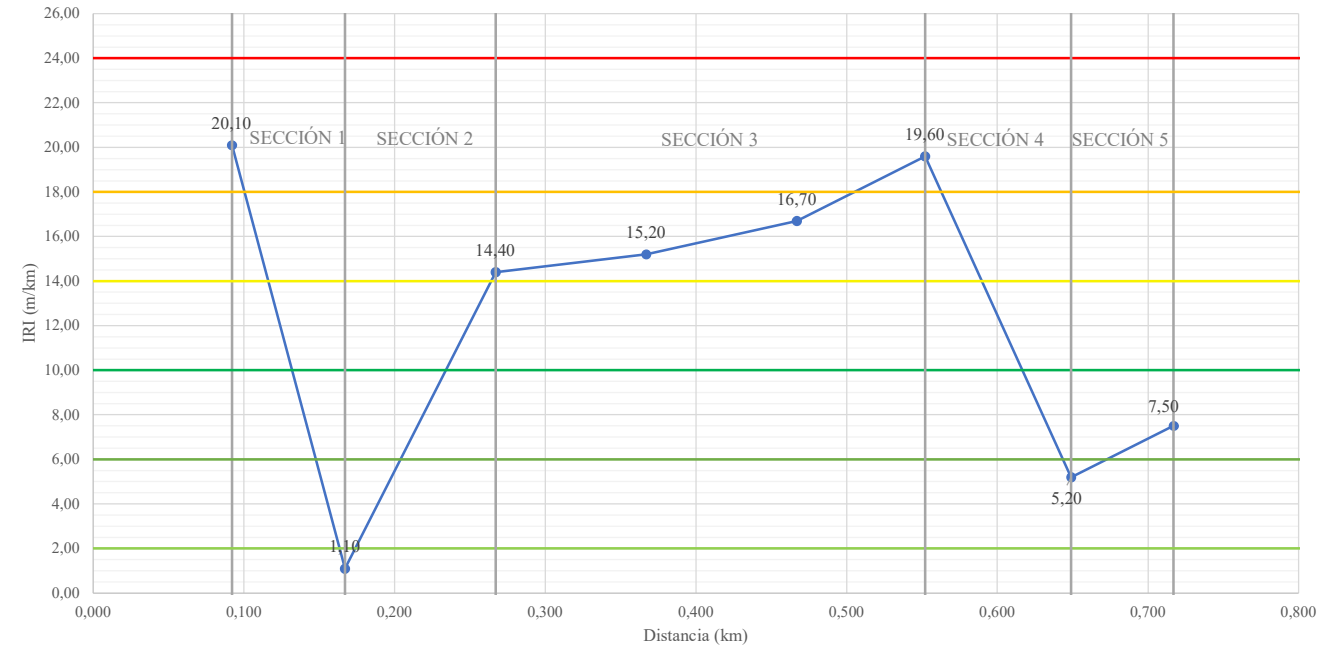
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,10
Sección 2:	1,10
Sección 3:	16,35
Sección 4:	5,20
Sección 5:	7,50
Global:	12,89

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	09:04:32 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	65,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	21,50	30,00	9,9046195	-83,8611860	2028,30	
2	0,076	0,168	6,20	19,00	9,9051849	-83,8606834	2033,50	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	13,60	29,00	9,9055757	-83,8601196	2040,20	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	19,30	29,00	9,9058857	-83,8592416	2040,30	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	16,80	28,00	9,9060042	-83,8583489	2047,30	
3	0,387	0,555	27,90	26,00	9,9063718	-83,8576239	2054,70	V < 25 km/h x 5
4	0,097	0,652	1,60	16,00	9,9070990	-83,8573038	2068,20	V < 25 km/h x 1
5	0,063	0,716	9,70	23,00	9,9077518	-83,8570694	2079,00	V < 25 km/h x 2

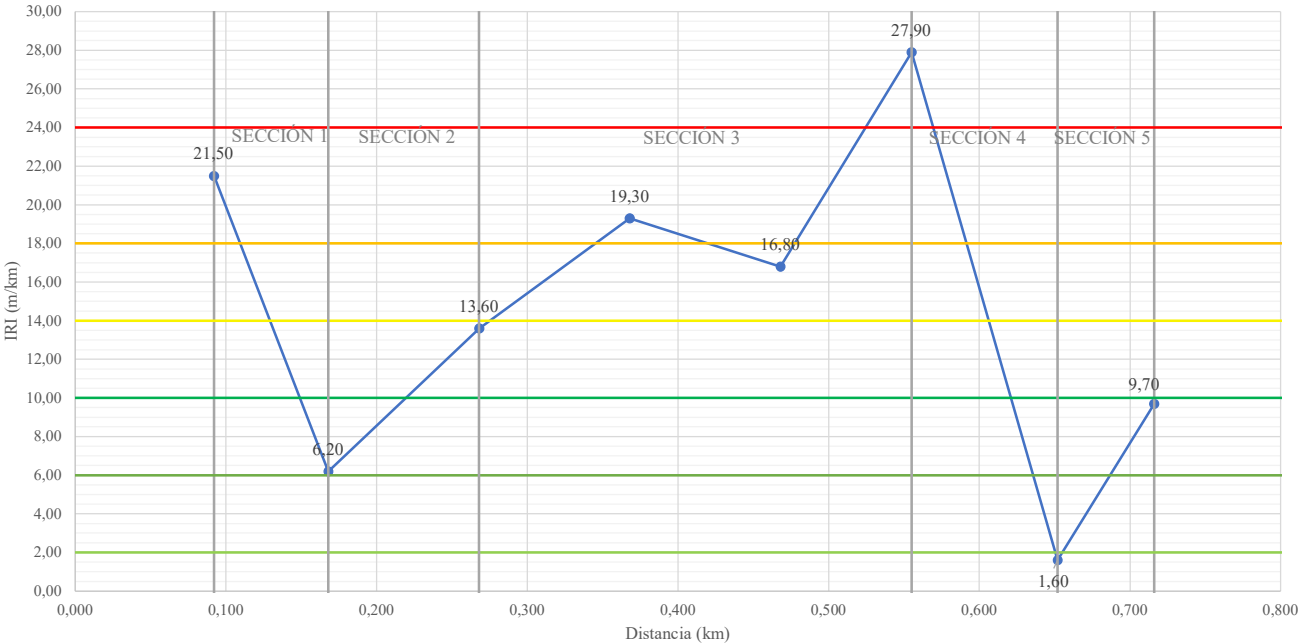
Valores promedio IRI

Sección 1:	21,50
Sección 2:	6,20
Sección 3:	19,11
Sección 4:	1,60
Sección 5:	9,70
Global:	14,84

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

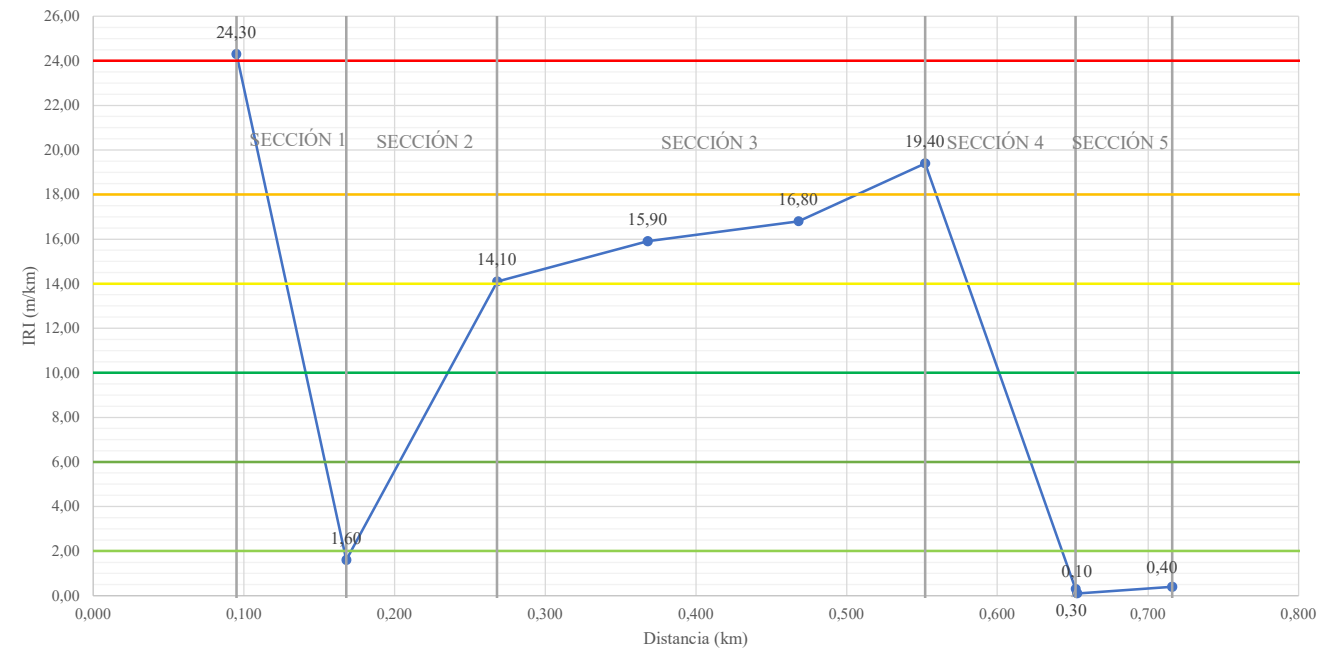
Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	09:10:47 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	66,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,095	0,095	24,30	28,00	9,9046241	-83,8611736	2028,80	V < 25 km/h x 1
2	0,073	0,168	1,60	17,00	9,9051965	-83,8606447	2033,90	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	14,10	28,00	9,9055867	-83,8600388	2048,30	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	15,90	28,00	9,9059085	-83,8591987	2049,80	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	16,80	28,00	9,9060206	-83,8583215	2051,90	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,552	19,40	25,00	9,9063928	-83,8576219	2054,30	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,652	0,30	17,00	9,9071024	-83,8572731	2068,90	V < 25 km/h x 1
4	0,101	0,653	0,10	21,00	9,9074979	-83,8571225	2080,00	V < 25 km/h x 1
5	0,063	0,716	0,40	21,00	9,9077530	-83,8570338	2081,40	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	24,30	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	1,60		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Sección 3:	16,43		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala
Sección 4:	0,30			
Sección 5:	0,40			
Global:	12,28			

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	09:16:23 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	25,50	29,00	9,9046232	-83,8611927	2028,10	
2	0,075	0,168	3,90	17,00	9,9051939	-83,8606876	2028,80	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	15,10	30,00	9,9056024	-83,8600551	2046,40	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	15,20	29,00	9,9059015	-83,8592145	2043,50	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	18,00	30,00	9,9059995	-83,8583483	2049,60	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,552	26,80	25,00	9,9063710	-83,8576336	2055,20	V < 25 km/h x 5
4	0,100	0,652	1,20	17,00	9,9071099	-83,8573142	2063,40	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,653	2,10	20,00	9,9074885	-83,8571671	2073,40	V < 25 km/h x 1
5	0,061	0,714	0,20	22,00	9,9077377	-83,8570709	2074,20	V < 25 km/h x 1

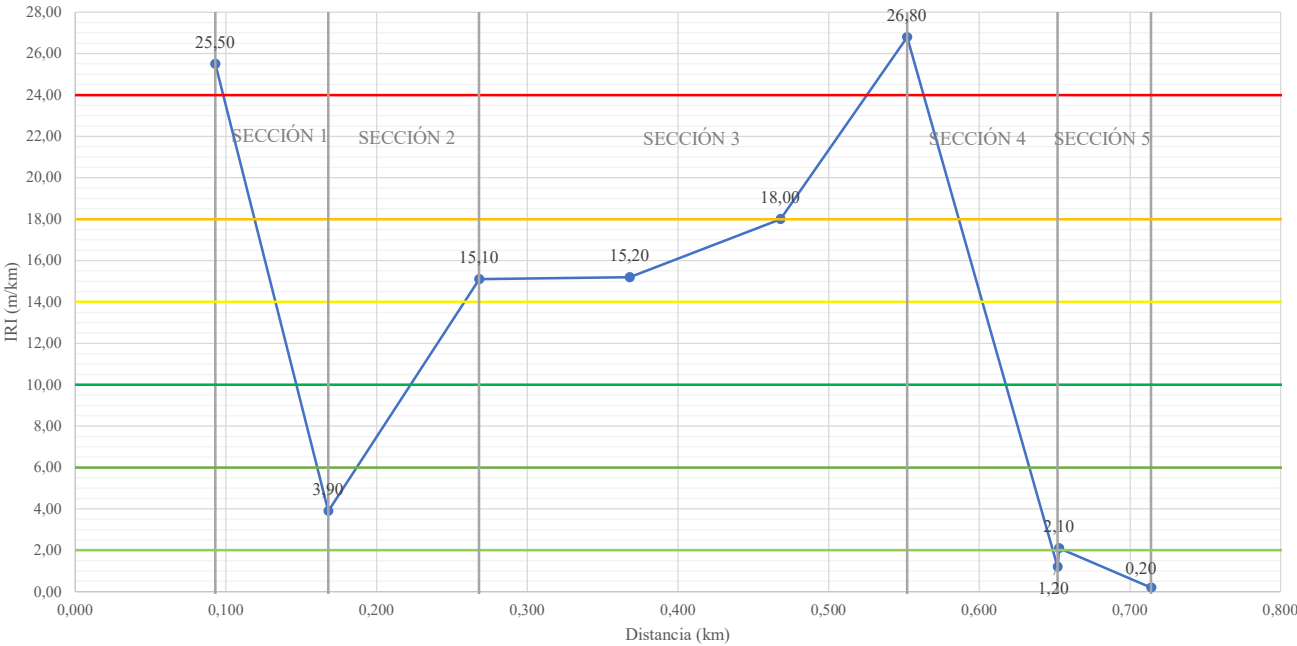
Valores promedio IRI

Sección 1:	25,50
Sección 2:	3,90
Sección 3:	18,44
Sección 4:	1,20
Sección 5:	0,20
Global:	13,84

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	09:22:16 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	19,30	32,00	9,9046202	-83,8611922	2029,80	
2	0,076	0,168	3,40	19,00	9,9051771	-83,8606754	2034,10	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	11,10	29,00	9,9055805	-83,8600790	2046,10	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	17,40	28,00	9,9058833	-83,8592117	2042,60	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	14,90	31,00	9,9059958	-83,8583165	2047,00	
3	0,384	0,553	27,60	28,00	9,9063819	-83,8576000	2053,30	
4	0,100	0,653	6,80	16,00	9,9071135	-83,8572974	2062,10	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,655	0,10	15,00	9,9075074	-83,8571835	2067,40	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,716	0,10	17,00	9,9077552	-83,8570814	2078,30	V < 25 km/h x 1

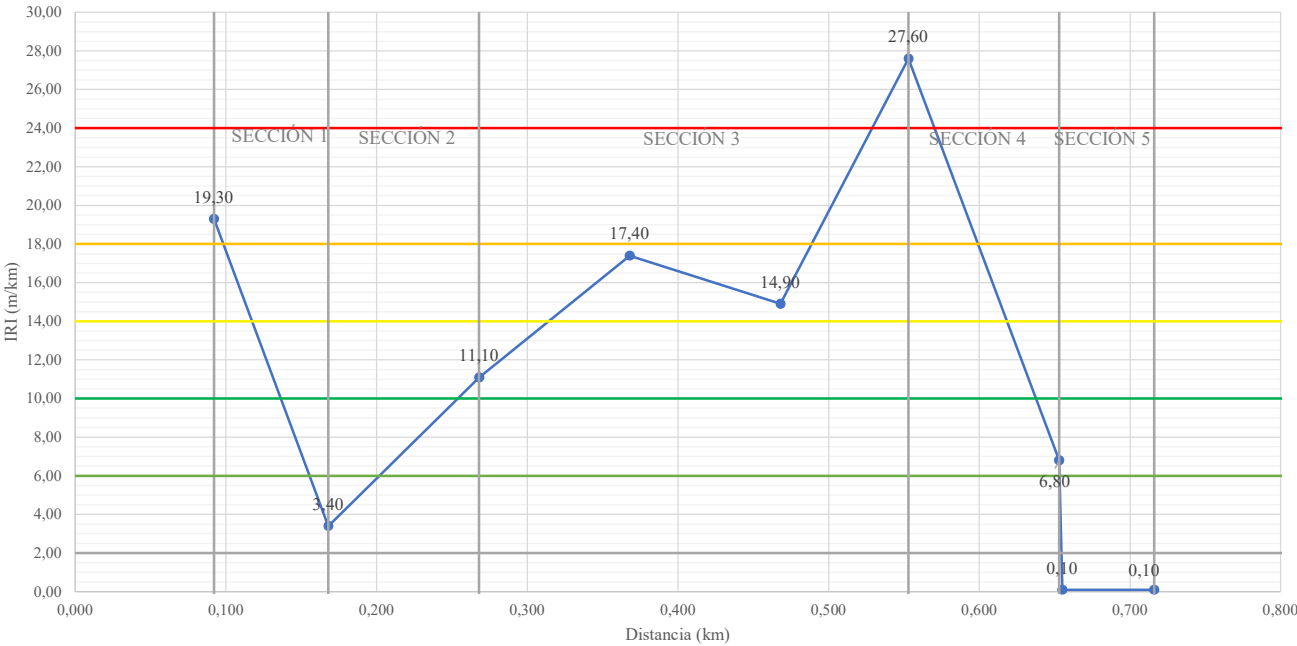
Valores promedio IRI

Sección 1:	19,30
Sección 2:	3,40
Sección 3:	17,41
Sección 4:	6,67
Sección 5:	0,10
Global:	13,14

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	65,00 m

Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Hora:	09:28:18 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	22,10	26,00	9,9046212	-83,8611824	2026,60	V < 25 km/h x 3
2	0,075	0,168	3,70	18,00	9,9051920	-83,8607362	2026,00	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	12,00	29,00	9,9056104	-83,8600946	2036,50	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,368	17,30	31,00	9,9058853	-83,8592467	2041,80	
3	0,300	0,468	14,10	32,00	9,9060003	-83,8583548	2046,80	
3	0,383	0,550	29,30	28,00	9,9063531	-83,8576335	2055,20	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,650	14,50	19,00	9,9070794	-83,8573156	2064,10	V < 25 km/h x 1
4	0,104	0,655	4,80	24,00	9,9074907	-83,8571459	2071,70	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,717	19,10	26,00	9,9077535	-83,8570730	2080,70	V < 25 km/h x 1

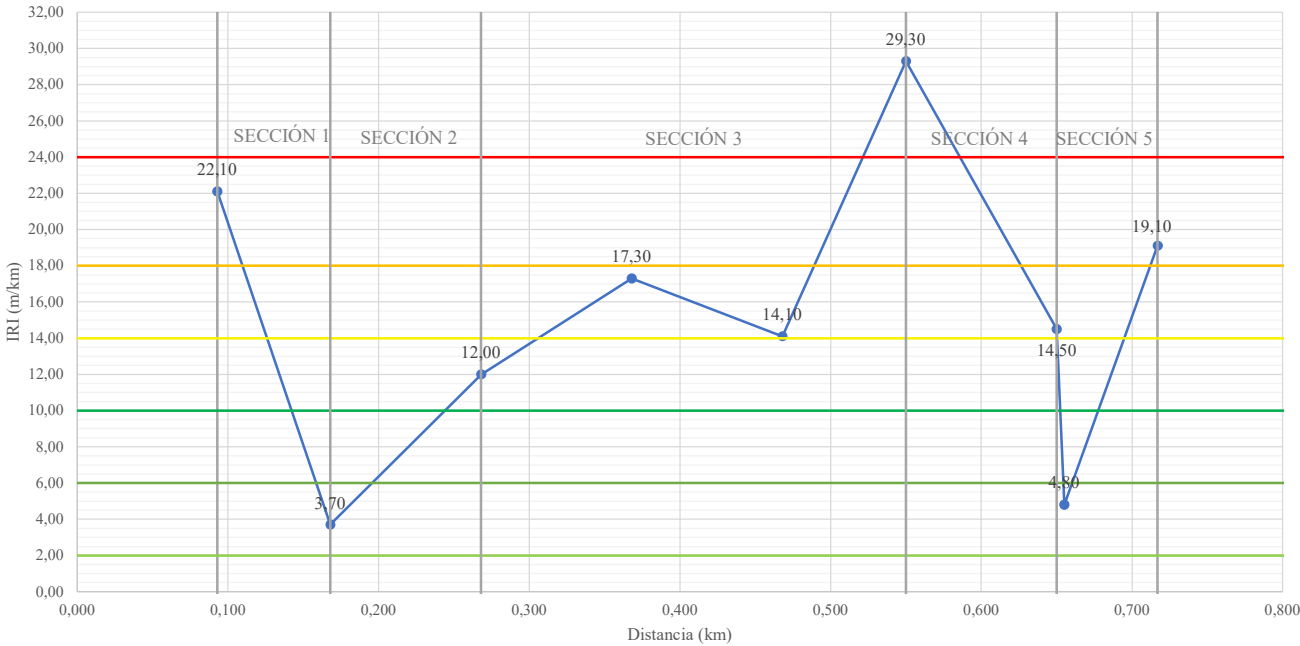
Valores promedio IRI

Sección 1:	22,10
Sección 2:	3,70
Sección 3:	17,60
Sección 4:	14,17
Sección 5:	19,10
Global:	16,36

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023	Hora:	09:35:49 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	64,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	18,50	30,00	9,9046310	-83,8612013	2023,90	
2	0,074	0,167	2,70	19,00	9,9051931	-83,8606804	2029,40	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	11,80	31,00	9,9056032	-83,8600639	2038,90	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,367	16,10	30,00	9,9058965	-83,8592531	2043,20	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	14,90	31,00	9,9060040	-83,8583444	2047,10	
3	0,387	0,554	27,10	24,00	9,9063748	-83,8576157	2051,90	V < 25 km/h x 3
4	0,100	0,654	0,30	16,00	9,9071264	-83,8572974	2059,50	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,654	0,00	16,00	9,9075096	-83,8571496	2070,10	
5	0,060	0,714	0,00	18,00	9,9077415	-83,8570621	2076,80	V < 25 km/h x 1

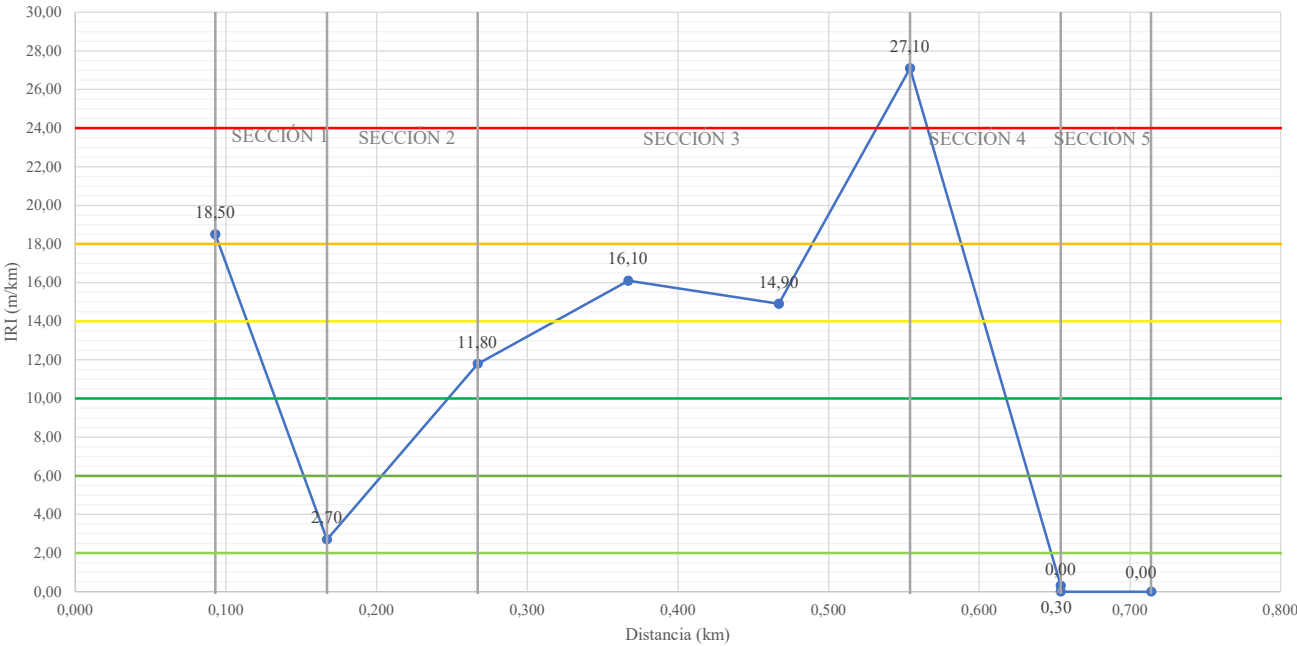
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,50
Sección 2:	2,70
Sección 3:	17,15
Sección 4:	0,30
Sección 5:	0,00
Global:	12,03

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 4 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Óscar Córdoba Sandí
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	65,00 m

Clima:	Soleado, 16°C, viento 7 km/h
Hora:	09:42:21 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	18,10	27,00	9,9046341	-83,8611639	2022,00	V < 25 km/h x 1
2	0,081	0,174	3,30	17,00	9,9052473	-83,8606618	2025,40	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,274	14,30	30,00	9,9056015	-83,8600615	2043,40	
3	0,200	0,374	12,10	27,00	9,9059049	-83,8592593	2041,00	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,474	15,60	30,00	9,9060003	-83,8583554	2047,00	
3	0,386	0,560	19,40	24,00	9,9063817	-83,8576048	2049,60	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,660	1,20	16,00	9,9070762	-83,8573097	2059,60	V < 25 km/h x 2
4	0,111	0,671	13,30	23,00	9,9075054	-83,8571374	2070,80	V < 25 km/h x 1
5	0,063	0,735	15,10	25,00	9,9077844	-83,8570450	2076,70	V < 25 km/h x 4

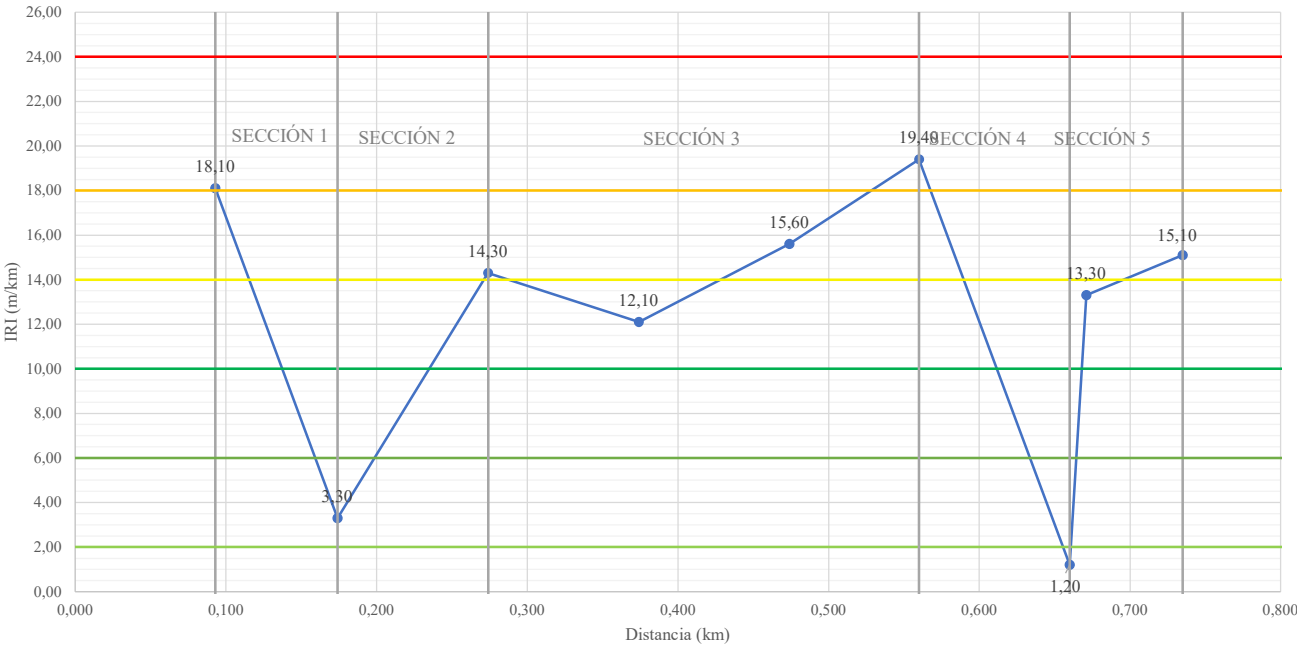
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,10
Sección 2:	3,30
Sección 3:	15,20
Sección 4:	2,40
Sección 5:	15,10
Global:	12,32

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



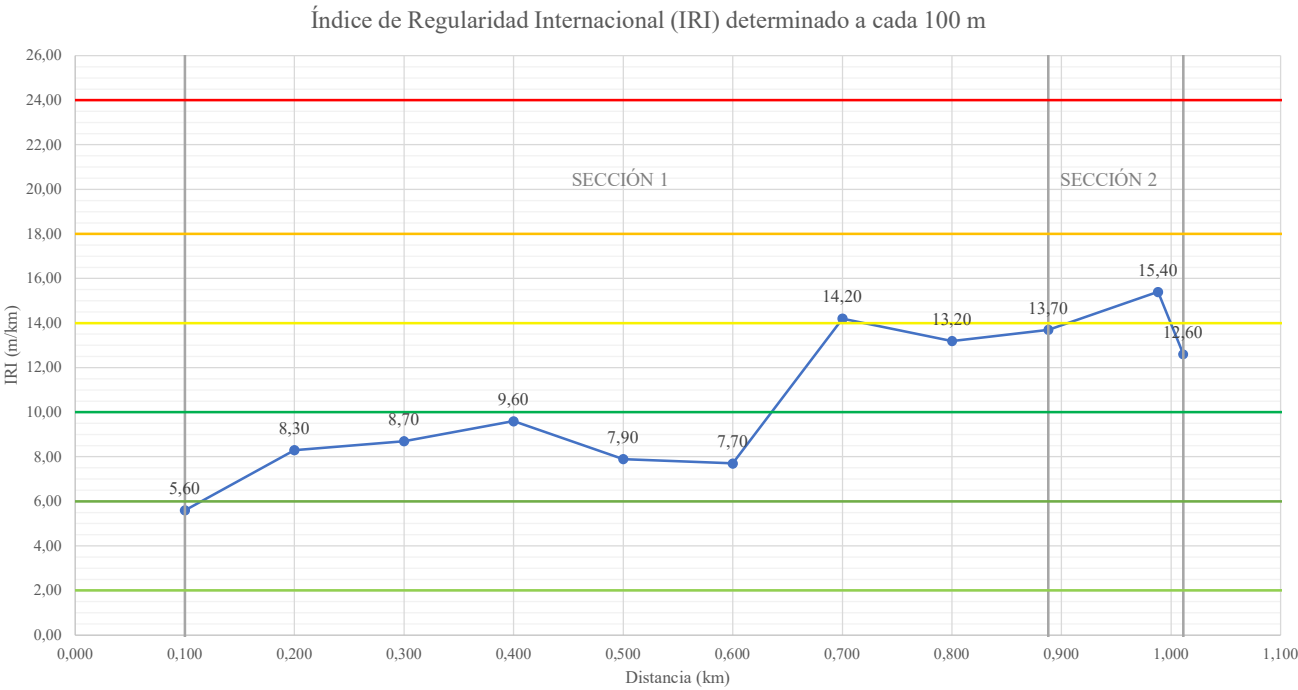
INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	11:12:32 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	186,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,60	34,00	9,8654600	-83,8675879	1583,50	ET1
1	0,200	0,200	8,30	35,00	9,8650876	-83,8667873	1595,30	
1	0,300	0,300	8,70	35,00	9,8651583	-83,8658867	1594,60	
1	0,400	0,400	9,60	35,00	9,8657391	-83,8651940	1592,90	
1	0,500	0,500	7,90	34,00	9,8663180	-83,8644868	1585,40	
1	0,600	0,600	7,70	32,00	9,8666941	-83,8636734	1581,80	
1	0,700	0,700	14,20	33,00	9,8672092	-83,8629509	1582,50	
1	0,800	0,800	13,20	32,00	9,8679977	-83,8625510	1588,60	
1	0,888	0,888	13,70	37,00	9,8687505	-83,8621457	1592,40	
2	0,100	0,988	15,40	31,00	9,8694606	-83,8616583	1591,00	
2	0,122	1,011	12,60	30,00	9,8699118	-83,8613514	1593,20	

Valores promedio IRI			Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	9,83	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular	
Sección 2:	15,00		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala	
Global:	10,44		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala	



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	188,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	11:18:22 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,60	36,00	9,8654547	-83,8675838	1582,20	
1	0,200	0,200	7,80	34,00	9,8650831	-83,8667723	1591,80	
1	0,300	0,300	8,50	36,00	9,8651446	-83,8658779	1588,70	
1	0,400	0,400	8,90	36,00	9,8657487	-83,8651797	1586,00	
1	0,500	0,500	7,70	35,00	9,8663344	-83,8644951	1585,80	
1	0,600	0,600	7,20	34,00	9,8667242	-83,8636891	1583,50	ET1
1	0,700	0,700	10,80	37,00	9,8672504	-83,8629700	1579,60	
1	0,800	0,800	14,60	28,00	9,8680410	-83,8625600	1582,60	V < 25 km/h x 1
1	0,886	0,886	14,40	33,00	9,8687787	-83,8621353	1592,80	
2	0,100	0,986	12,40	31,00	9,8694684	-83,8616629	1594,80	
2	0,124	1,010	8,60	29,00	9,8699218	-83,8613523	1598,10	

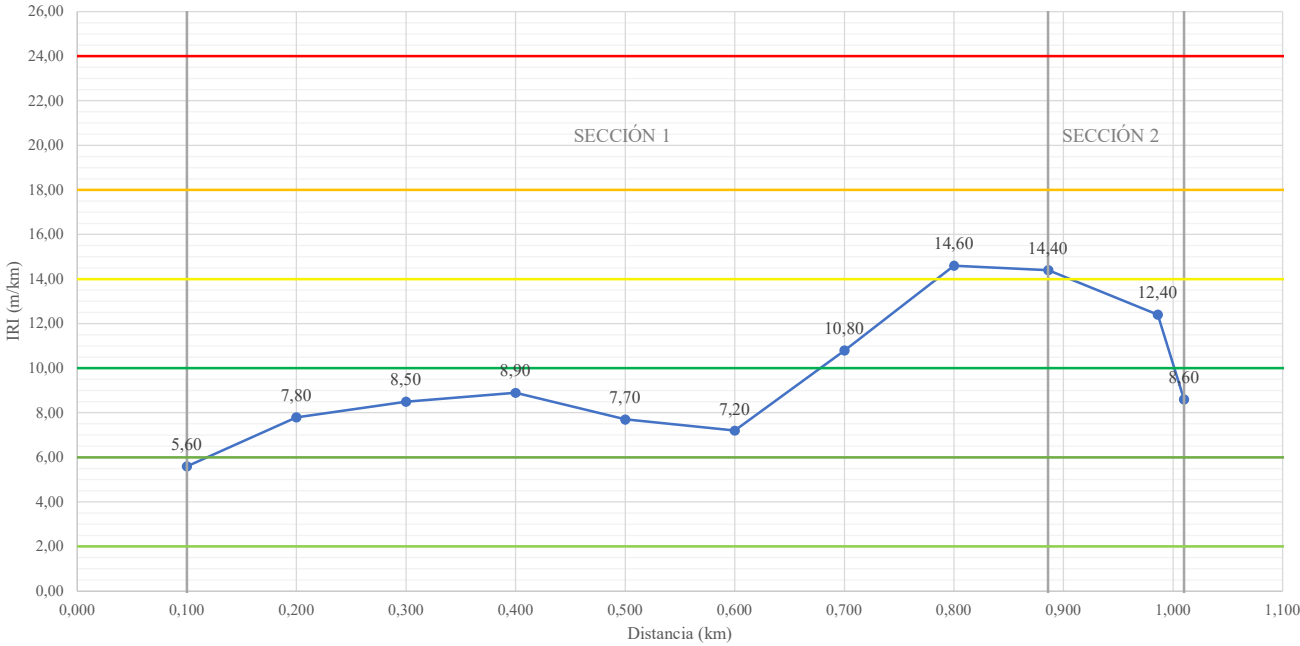
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,42
Sección 2:	11,66
Global:	9,70

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	11:23:56 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,10	37,00	9,8654596	-83,8676001	1585,70	
1	0,200	0,200	8,60	36,00	9,8650919	-83,8667888	1594,70	
1	0,300	0,300	9,00	38,00	9,8651521	-83,8658939	1593,60	
1	0,400	0,400	8,40	38,00	9,8657195	-83,8651836	1593,90	
1	0,500	0,500	7,30	36,00	9,8663182	-83,8645024	1586,80	
1	0,600	0,600	7,00	37,00	9,8666886	-83,8636986	1585,80	ET1
1	0,700	0,700	11,10	38,00	9,8672375	-83,8629990	1584,20	
1	0,800	0,800	14,00	31,00	9,8680106	-83,8625213	1584,30	V < 25 km/h x 1
1	0,888	0,888	12,90	35,00	9,8687659	-83,8621197	1593,30	
2	0,100	0,988	15,30	32,00	9,8694620	-83,8616494	1597,60	
2	0,123	1,012	11,60	30,00	9,8699167	-83,8613521	1601,10	

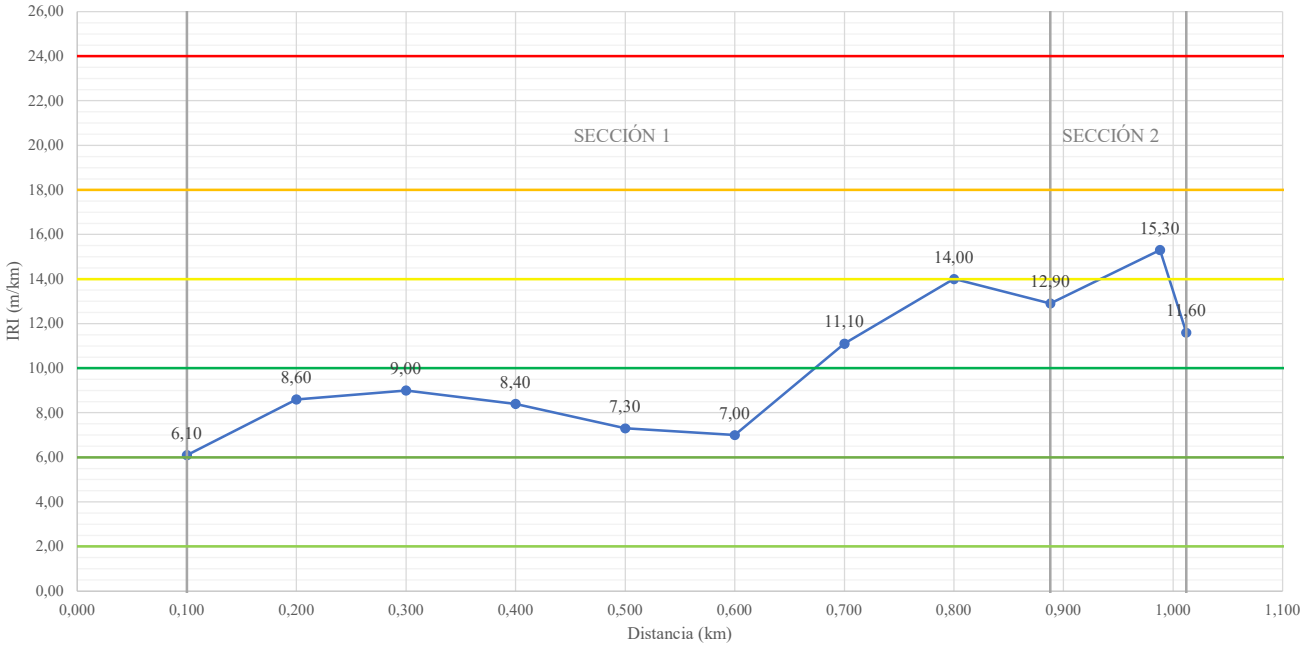
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,33
Sección 2:	14,70
Global:	9,97

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	11:29:28 a. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,70	36,00	9,8654527	-83,8675792	1584,70	
1	0,200	0,200	8,70	36,00	9,8650882	-83,8667541	1593,70	
1	0,300	0,300	8,60	36,00	9,8651469	-83,8658641	1592,20	
1	0,400	0,400	8,10	35,00	9,8657481	-83,8651708	1585,00	
1	0,500	0,500	8,00	34,00	9,8663403	-83,8644922	1581,90	
1	0,600	0,600	6,80	34,00	9,8667584	-83,8637017	1578,70	ET1
1	0,700	0,700	11,70	36,00	9,8672671	-83,8629747	1575,70	
1	0,800	0,800	13,60	32,00	9,8680827	-83,8625427	1584,70	V < 25 km/h x 1
1	0,888	0,888	14,70	37,00	9,8687787	-83,8621186	1596,30	
2	0,100	0,988	12,70	33,00	9,8694868	-83,8616429	1600,60	
2	0,122	1,010	9,40	31,00	9,8699427	-83,8613647	1602,50	

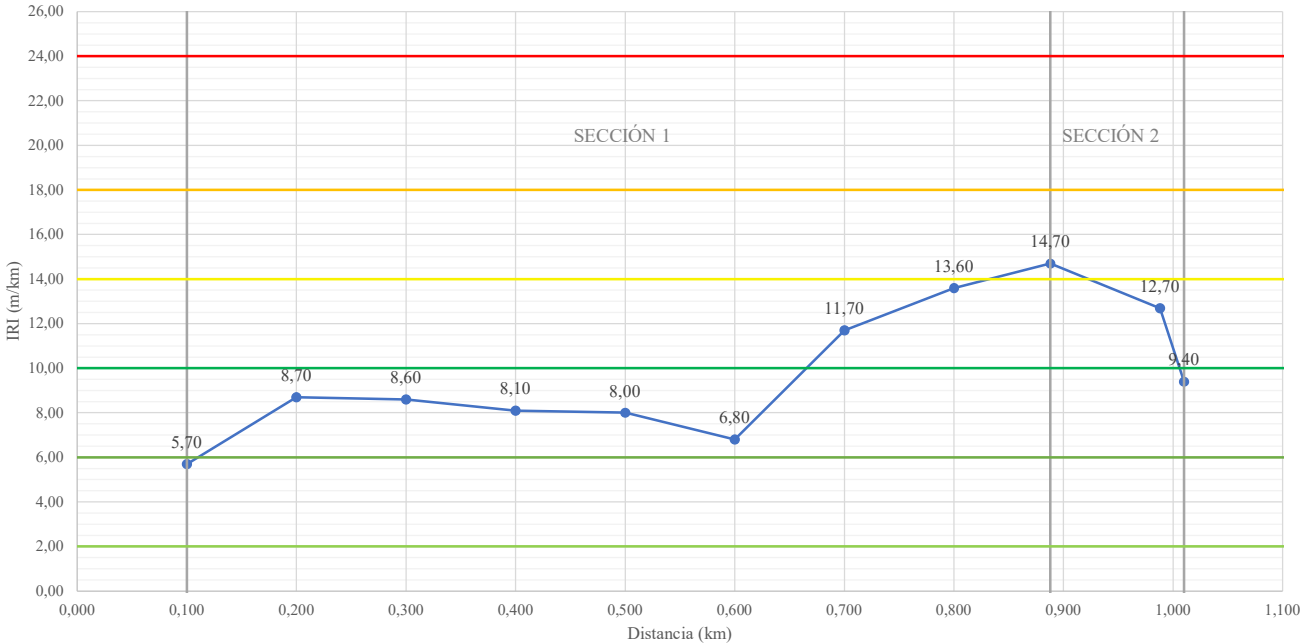
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,47
Sección 2:	12,10
Global:	9,79

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	187,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	11:35:02 a. m.
Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,90	36,00	9,8654553	-83,8675859	1584,00	
1	0,200	0,200	8,80	36,00	9,8650978	-83,8667536	1593,20	
1	0,300	0,300	8,70	36,00	9,8651706	-83,8658597	1590,70	
1	0,400	0,400	9,00	37,00	9,8657656	-83,8651686	1588,90	
1	0,500	0,500	7,80	36,00	9,8663488	-83,8644880	1585,70	
1	0,600	0,600	7,20	35,00	9,8667716	-83,8636929	1578,90	ET1
1	0,700	0,700	10,60	37,00	9,8672659	-83,8629531	1579,30	
1	0,800	0,800	14,20	31,00	9,8680404	-83,8625120	1595,50	V < 25 km/h x 2
1	0,887	0,887	14,70	38,00	9,8687846	-83,8621312	1600,20	
2	0,100	0,987	15,80	31,00	9,8694755	-83,8616553	1604,50	
2	0,124	1,011	13,70	29,00	9,8699297	-83,8613625	1609,30	

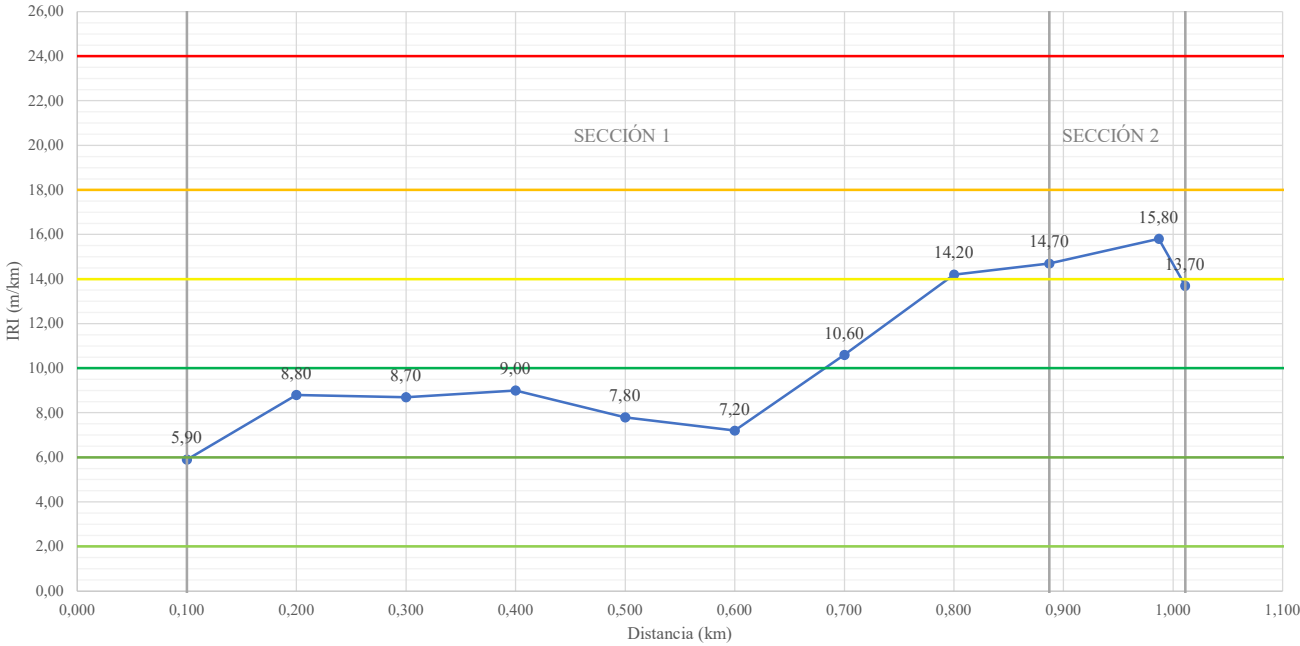
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,58
Sección 2:	15,39
Global:	10,29

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	11:40:59 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	186,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,20	38,00	9,8654798	-83,8675961	1585,60	
1	0,200	0,200	8,90	37,00	9,8651157	-83,8667745	1592,10	
1	0,300	0,300	9,50	38,00	9,8651446	-83,8658717	1590,00	
1	0,400	0,400	8,90	36,00	9,8657293	-83,8651553	1587,70	
1	0,500	0,500	7,50	36,00	9,8663472	-83,8644673	1582,60	
1	0,600	0,600	7,00	34,00	9,8667159	-83,8636419	1580,90	ET1
1	0,700	0,700	12,00	36,00	9,8672836	-83,8629605	1577,70	
1	0,800	0,800	12,10	31,00	9,8680391	-83,8625157	1584,60	V < 25 km/h x 1
1	0,890	0,890	14,90	38,00	9,8687881	-83,8621351	1596,40	
2	0,100	0,990	13,60	32,00	9,8694976	-83,8616689	1599,90	
2	0,122	1,011	7,80	30,00	9,8699405	-83,8613587	1603,70	

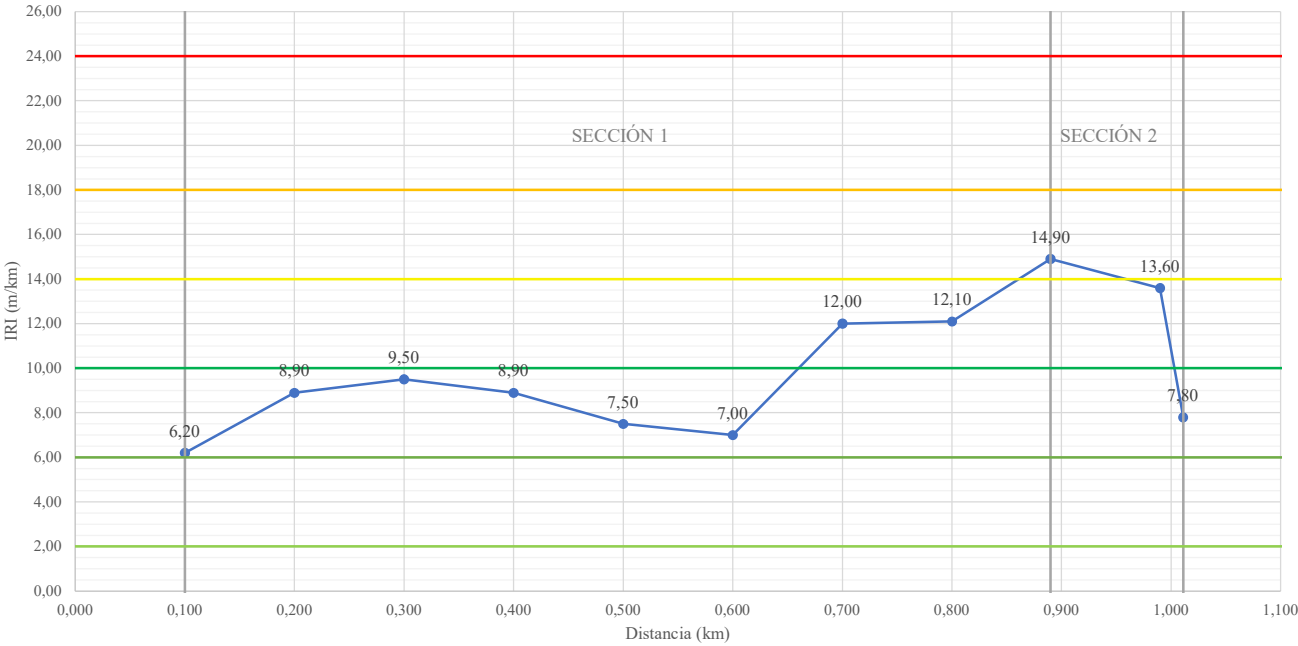
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,61
Sección 2:	12,49
Global:	9,97

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



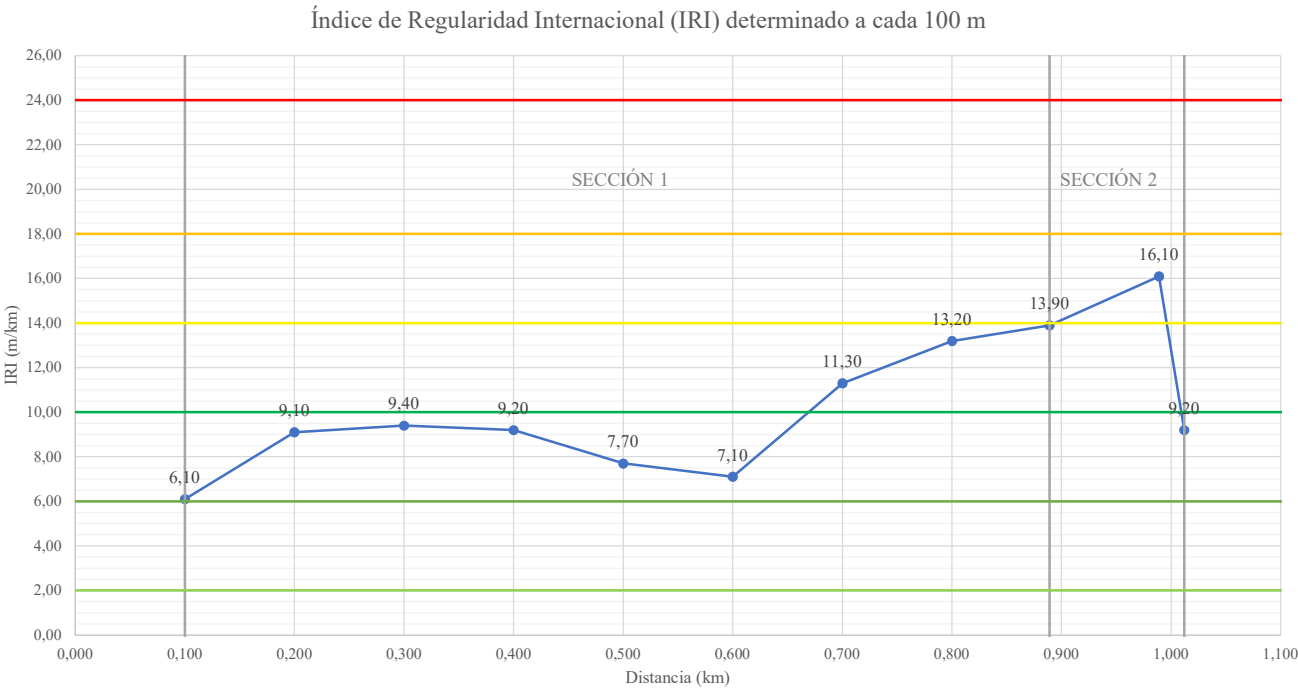
INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	11:46:33 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	185,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,10	38,00	9,8654978	-83,8676269	1574,30	ET1
1	0,200	0,200	9,10	38,00	9,8651297	-83,8668052	1583,90	
1	0,300	0,300	9,40	34,00	9,8651858	-83,8658981	1580,70	
1	0,400	0,400	9,20	35,00	9,8657840	-83,8651918	1579,10	
1	0,500	0,500	7,70	35,00	9,8663623	-83,8644851	1573,90	
1	0,600	0,600	7,10	34,00	9,8667658	-83,8636838	1570,30	
1	0,700	0,700	11,30	37,00	9,8673045	-83,8629646	1570,10	
1	0,800	0,800	13,20	33,00	9,8680685	-83,8625200	1573,10	
1	0,889	0,889	13,90	37,00	9,8688170	-83,8621301	1582,70	
2	0,100	0,989	16,10	34,00	9,8695121	-83,8616450	1588,60	
2	0,123	1,012	9,20	30,00	9,8699567	-83,8613594	1594,90	

Valores promedio IRI			Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	9,61	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular	
Sección 2:	14,81		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala	
Global:	10,25		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala	



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	11:51:58 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 8
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		Equipo: ARRB Roughometer III
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		Medición de IRI en una única huella (izquierda)
Conductor:	Fabio Badilla López		Superficie de ruedo de lastre
Operador:	Jesús Fernández Mesén		No presenta singularidades
Lead in:	184,00 m		Velocidad de medición meta: 30 km/h
			Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	39,00	9,8654982	-83,8676165	1577,70	
1	0,200	0,200	8,80	38,00	9,8651328	-83,8667939	1587,50	
1	0,300	0,300	8,60	37,00	9,8651798	-83,8658878	1586,60	
1	0,400	0,400	8,40	37,00	9,8657578	-83,8651784	1587,70	
1	0,500	0,500	8,10	36,00	9,8663756	-83,8644770	1577,50	
1	0,600	0,600	7,50	37,00	9,8667452	-83,8636544	1575,90	ET1
1	0,700	0,700	11,10	38,00	9,8672767	-83,8629452	1577,10	
1	0,800	0,800	14,20	33,00	9,8680610	-83,8625322	1579,00	
1	0,890	0,890	13,90	34,00	9,8688076	-83,8621201	1589,90	
2	0,100	0,990	13,40	31,00	9,8695230	-83,8616400	1593,90	
2	0,123	1,013	9,80	28,00	9,8699705	-83,8613377	1595,70	V < 25 km/h x 1

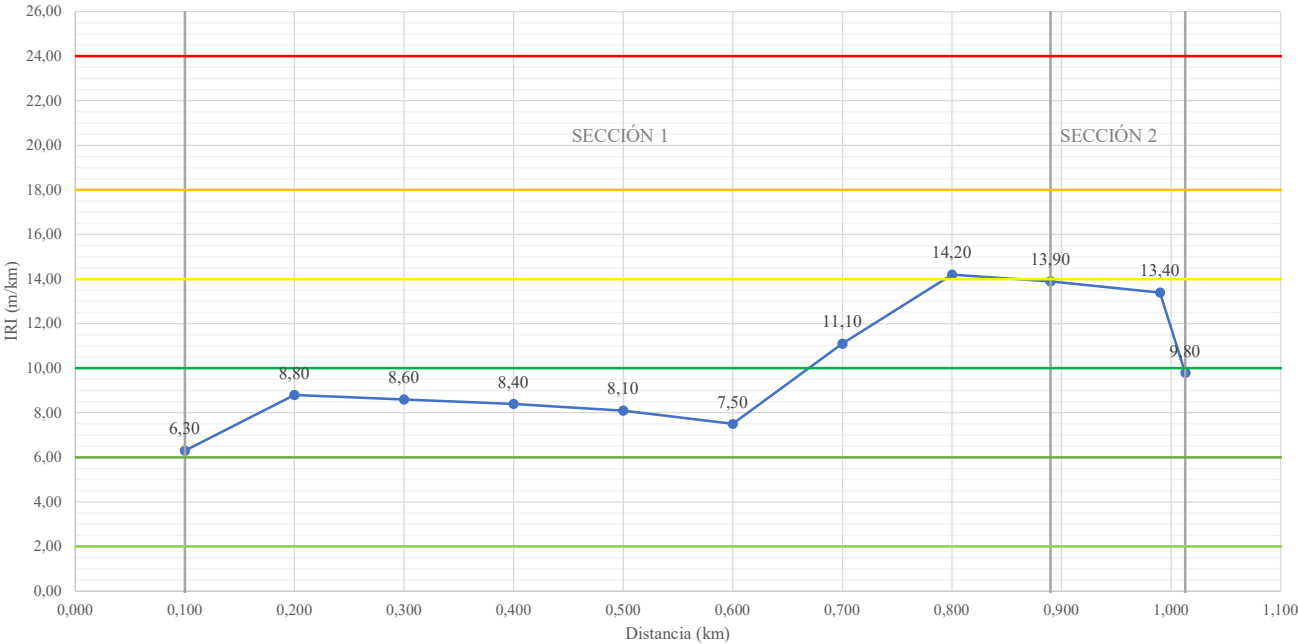
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,61
Sección 2:	12,73
Global:	9,99

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	11:57:40 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes) Evento Temporal 2 (ET2): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,80	37,00	9,8654997	-83,8676217	1576,30	
1	0,200	0,200	8,50	34,00	9,8651292	-83,8668057	1584,90	
1	0,300	0,300	9,10	36,00	9,8651797	-83,8659001	1586,50	
1	0,400	0,400	9,90	35,00	9,8657807	-83,8652150	1578,20	
1	0,500	0,500	8,20	35,00	9,8663706	-83,8645069	1575,50	
1	0,600	0,600	7,40	34,00	9,8667806	-83,8637003	1571,30	ET1
1	0,700	0,700	11,90	38,00	9,8673191	-83,8630029	1571,70	ET2
1	0,800	0,800	15,50	31,00	9,8681090	-83,8625815	1576,90	
1	0,890	0,890	13,80	36,00	9,8688499	-83,8621540	1584,90	
2	0,100	0,990	13,60	31,00	9,8695462	-83,8616690	1590,40	
2	0,124	1,014	11,20	26,00	9,8699801	-83,8613635	1594,40	V < 25 km/h x 1

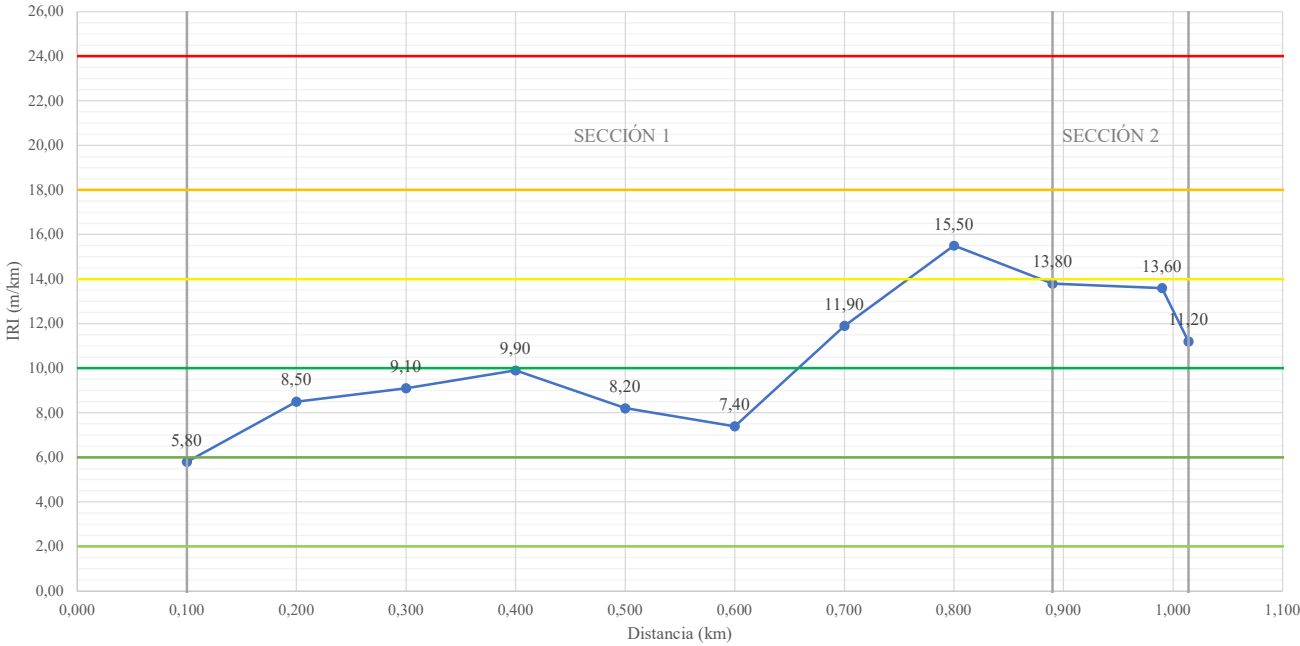
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,97
Sección 2:	13,14
Global:	10,36

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	12:03:36 p. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 10
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		Equipo: ARRB Roughometer III
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		Medición de IRI en una única huella (izquierda)
Conductor:	Fabio Badilla López		Superficie de ruedo de lastre
Operador:	Jesús Fernández Mesén		No presenta singularidades
Lead in:	184,00 m		Velocidad de medición meta: 30 km/h
			Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,90	38,00	9,8654887	-83,8676194	1580,10	
1	0,200	0,200	8,70	37,00	9,8651437	-83,8668207	1588,10	
1	0,300	0,300	8,90	37,00	9,8652061	-83,8659212	1593,20	
1	0,400	0,400	8,40	35,00	9,8658105	-83,8652152	1580,80	
1	0,500	0,500	8,10	33,00	9,8663885	-83,8645110	1576,20	
1	0,600	0,600	8,70	32,00	9,8668147	-83,8637304	1572,60	ET1
1	0,700	0,700	13,10	35,00	9,8673385	-83,8630163	1573,80	
1	0,800	0,800	15,30	31,00	9,8680776	-83,8625699	1581,10	
1	0,890	0,890	14,30	37,00	9,8688154	-83,8621252	1590,50	
2	0,100	0,990	14,40	32,00	9,8695507	-83,8616752	1592,10	
2	0,122	1,012	12,90	27,00	9,8699944	-83,8613847	1593,10	V < 25 km/h x 1

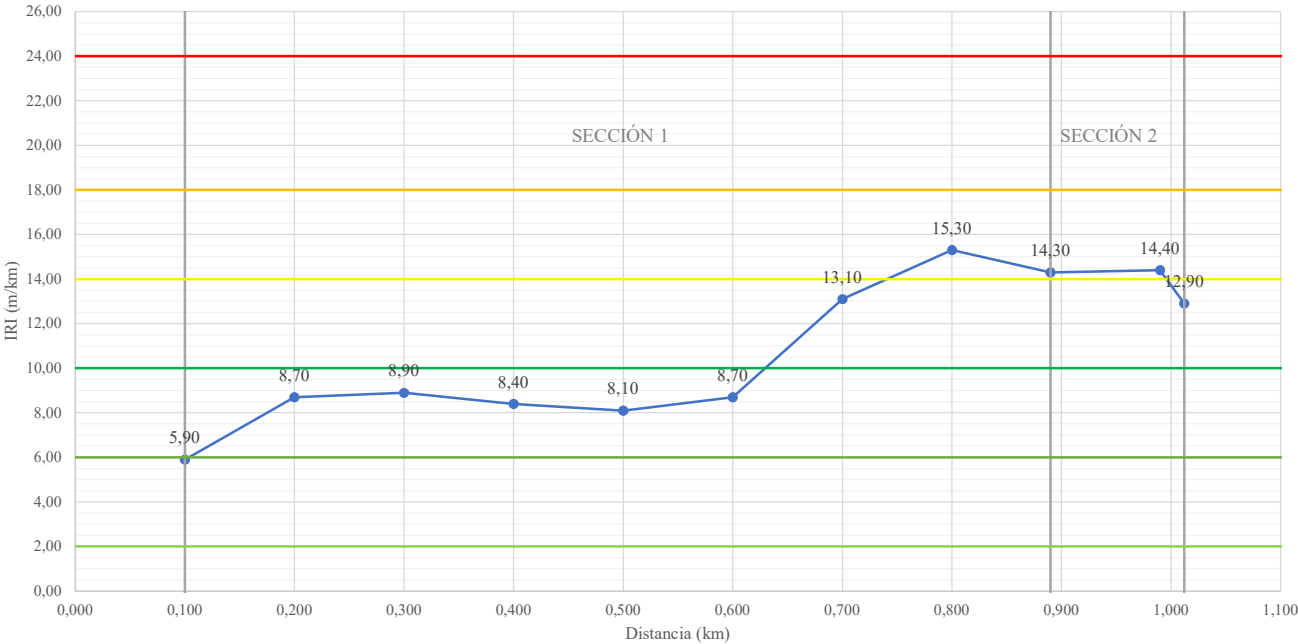
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,11
Sección 2:	14,13
Global:	10,59

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:25:40 p. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	22,30	30,00	9,9046380	-83,8611963	2025,10	
2	0,074	0,168	31,10	27,00	9,9051999	-83,8607134	2029,50	V < 25 km/h x 5
3	0,100	0,268	15,70	33,00	9,9056253	-83,8601194	2038,50	
3	0,200	0,368	22,00	29,00	9,9058973	-83,8592705	2042,90	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	26,20	27,00	9,9059995	-83,8584081	2046,60	V < 25 km/h x 6
3	0,386	0,554	32,90	29,00	9,9063518	-83,8576919	2055,10	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,654	50,50	27,00	9,9071138	-83,8573855	2064,90	V < 25 km/h x 6
4	0,102	0,656	13,60	25,00	9,9074892	-83,8572013	2071,30	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,715	30,70	27,00	9,9077486	-83,8571040	2075,60	V < 25 km/h x 2

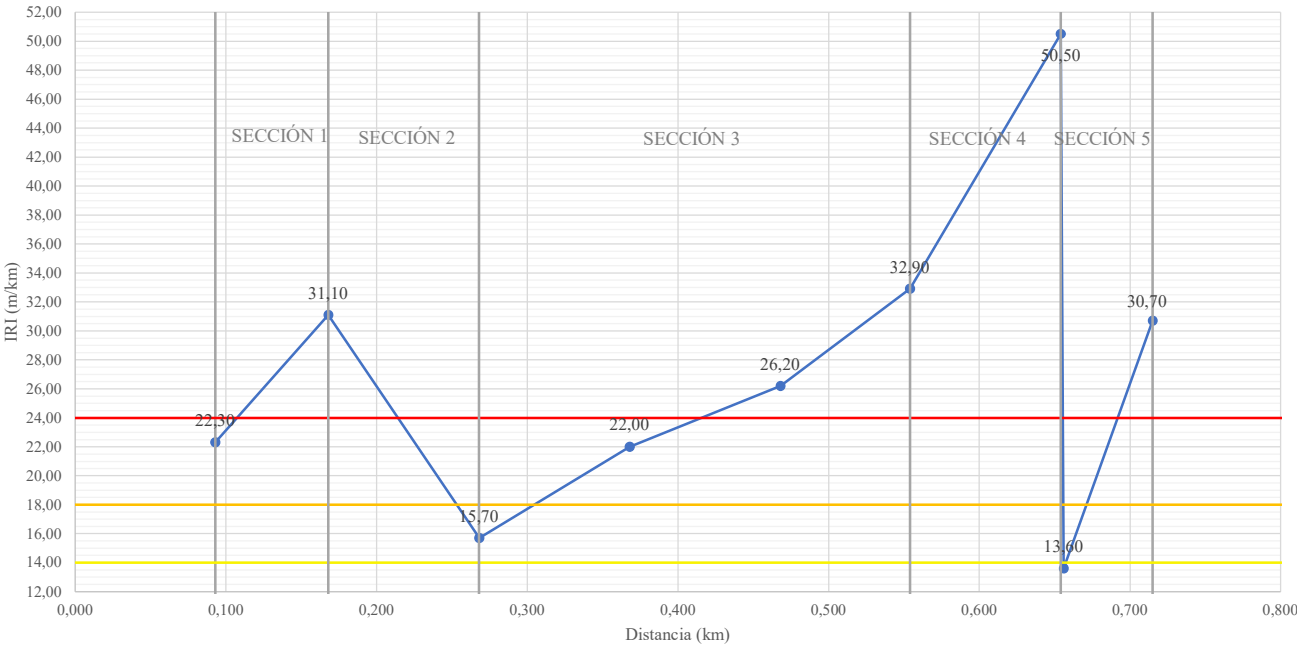
Valores promedio IRI

Sección 1:	22,30
Sección 2:	31,10
Sección 3:	23,88
Sección 4:	49,78
Sección 5:	30,70
Global:	28,69

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:32:11 p. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	23,00	27,00	9,9046568	-83,8611857	2021,40	V < 25 km/h x 1
2	0,077	0,169	33,80	25,00	9,9052103	-83,8606799	2026,50	V < 25 km/h x 5
3	0,100	0,269	14,90	31,00	9,9056326	-83,8600804	2034,90	
3	0,200	0,369	19,60	28,00	9,9058915	-83,8592405	2041,20	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,469	28,90	29,00	9,9060129	-83,8583902	2043,90	V < 25 km/h x 2
3	0,385	0,554	23,80	25,00	9,9063905	-83,8576879	2049,40	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,654	23,20	23,00	9,9071294	-83,8573708	2059,80	V < 25 km/h x 3
4	0,103	0,657	1,90	22,00	9,9075376	-83,8571793	2068,40	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,716	21,10	27,00	9,9077868	-83,8570850	2075,80	V < 25 km/h x 1

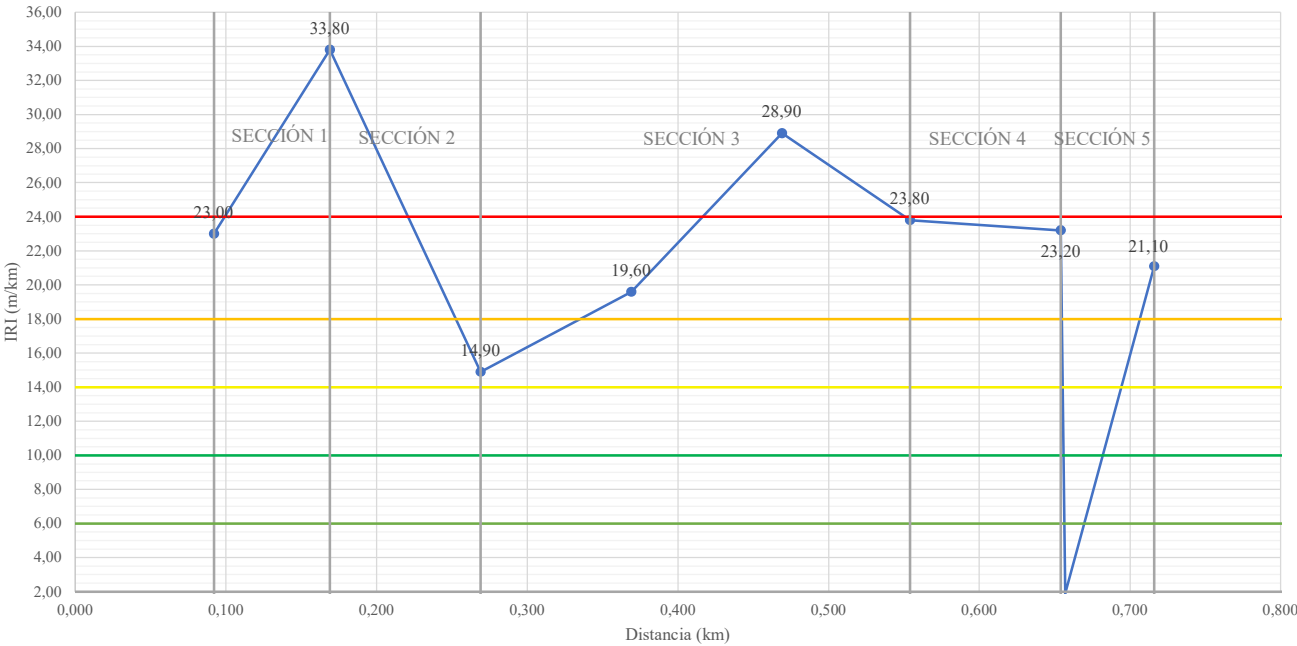
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,00
Sección 2:	33,80
Sección 3:	21,72
Sección 4:	22,58
Sección 5:	21,10
Global:	23,26

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	65,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:39:52 p. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	21,80	30,00	9,9046492	-83,8611757	2022,20	
2	0,075	0,167	37,50	28,00	9,9052043	-83,8607139	2026,70	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,267	16,40	34,00	9,9055784	-83,8601071	2036,40	
3	0,200	0,367	19,90	31,00	9,9058864	-83,8592603	2038,30	
3	0,300	0,467	26,30	29,00	9,9060000	-83,8583897	2045,20	V < 25 km/h x 4
3	0,385	0,552	20,00	24,00	9,9063806	-83,8576748	2051,90	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,652	25,90	23,00	9,9071044	-83,8573313	2065,20	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,654	17,00	22,00	9,9075141	-83,8571455	2070,90	V < 25 km/h x 1
5	0,058	0,712	18,10	25,00	9,9077624	-83,8570588	2077,10	V < 25 km/h x 1

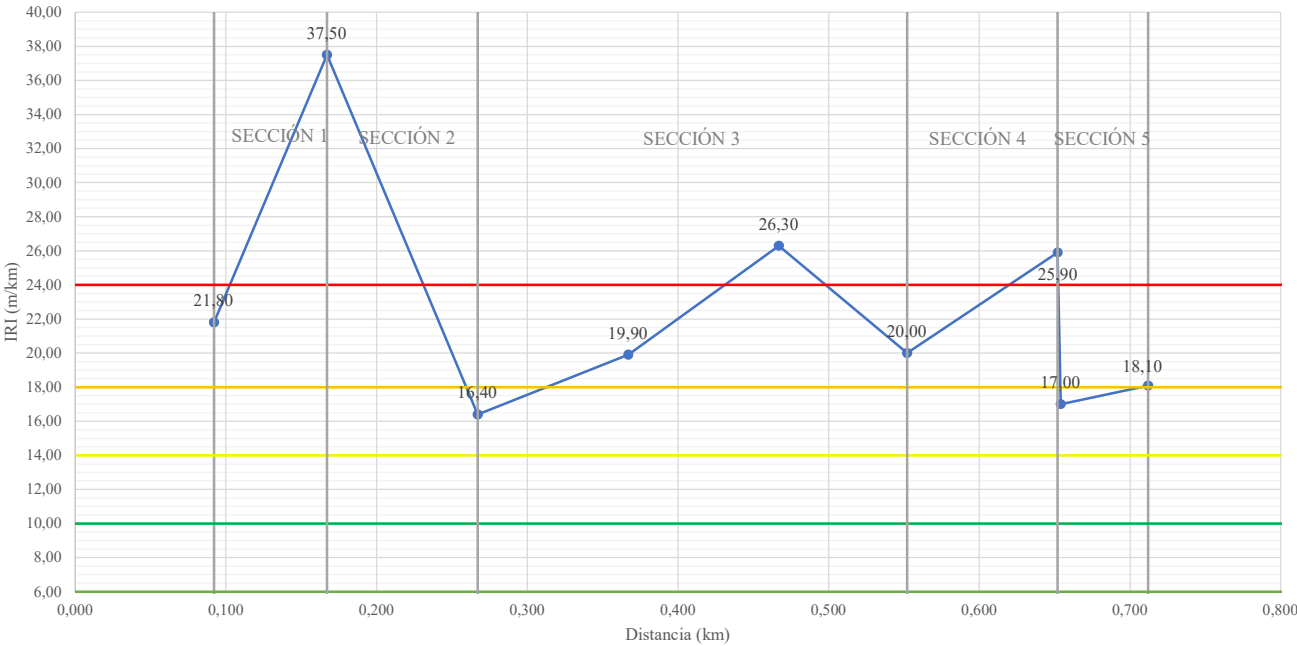
Valores promedio IRI

Sección 1:	21,80
Sección 2:	37,50
Sección 3:	20,68
Sección 4:	25,73
Sección 5:	18,10
Global:	23,11

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	64,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:45:56 p. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,092	0,092	20,10	29,00	9,9046523	-83,8611897	2025,10	
2	0,075	0,167	41,80	27,00	9,9052093	-83,8606871	2023,40	V < 25 km/h x 4
3	0,100	0,267	16,30	33,00	9,9056122	-83,8600962	2036,90	
3	0,200	0,367	26,60	30,00	9,9059083	-83,8592654	2039,60	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	21,30	27,00	9,9060225	-83,8583891	2049,00	V < 25 km/h x 2
3	0,388	0,556	25,40	25,00	9,9063955	-83,8576617	2057,40	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,656	26,60	24,00	9,9071397	-83,8573398	2068,40	V < 25 km/h x 3
4	0,160	0,716	27,70	27,00	9,9077787	-83,8570585	2081,60	V < 25 km/h x 1

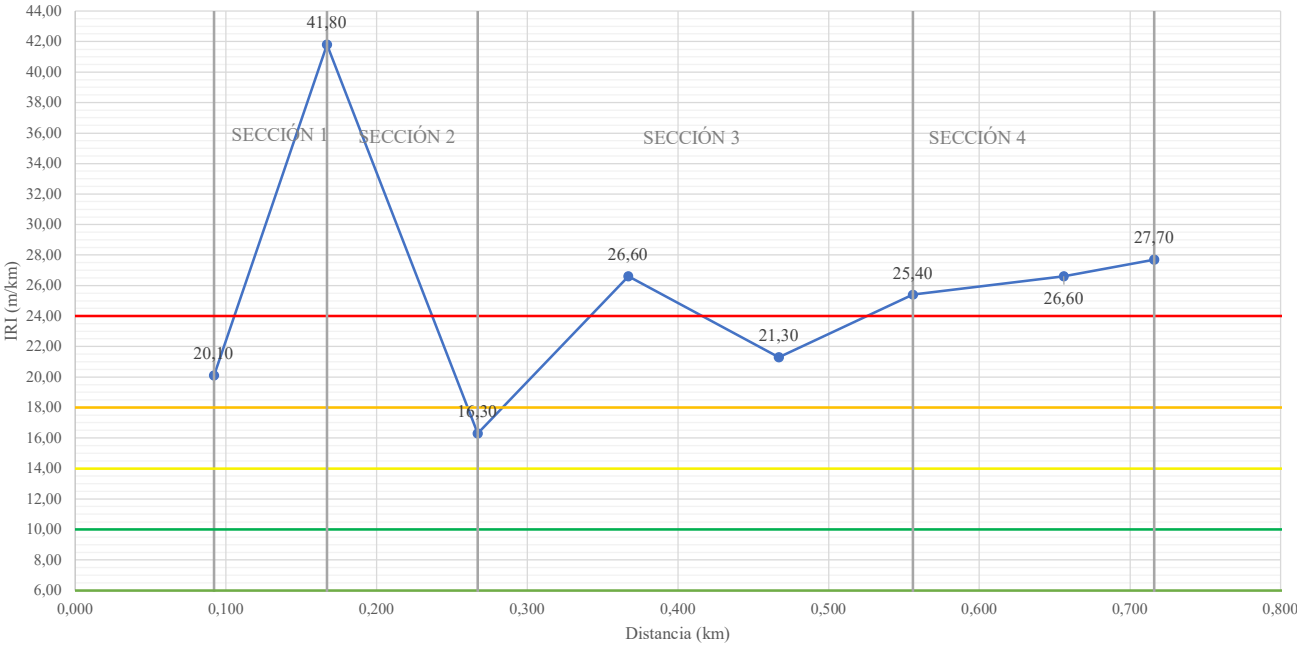
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,10
Sección 2:	41,80
Sección 3:	22,37
Sección 4:	27,01
Global:	18,65

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:52:26 p. m.
Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	23,30	28,00	9,9046324	-83,8611955	2025,80	V < 25 km/h x 1
2	0,076	0,169	36,10	27,00	9,9051899	-83,8607146	2027,90	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,269	18,80	31,00	9,9056168	-83,8601108	2039,40	
3	0,200	0,369	21,50	30,00	9,9059199	-83,8592665	2039,10	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,469	15,80	27,00	9,9060034	-83,8583933	2048,60	V < 25 km/h x 1
3	0,385	0,554	31,00	26,00	9,9063725	-83,8576861	2052,20	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,654	44,40	25,00	9,9071027	-83,8573635	2063,30	V < 25 km/h x 4
4	0,102	0,656	27,90	24,00	9,9075095	-83,8571690	2070,60	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,718	22,30	27,00	9,9077634	-83,8570761	2074,20	V < 25 km/h x 1

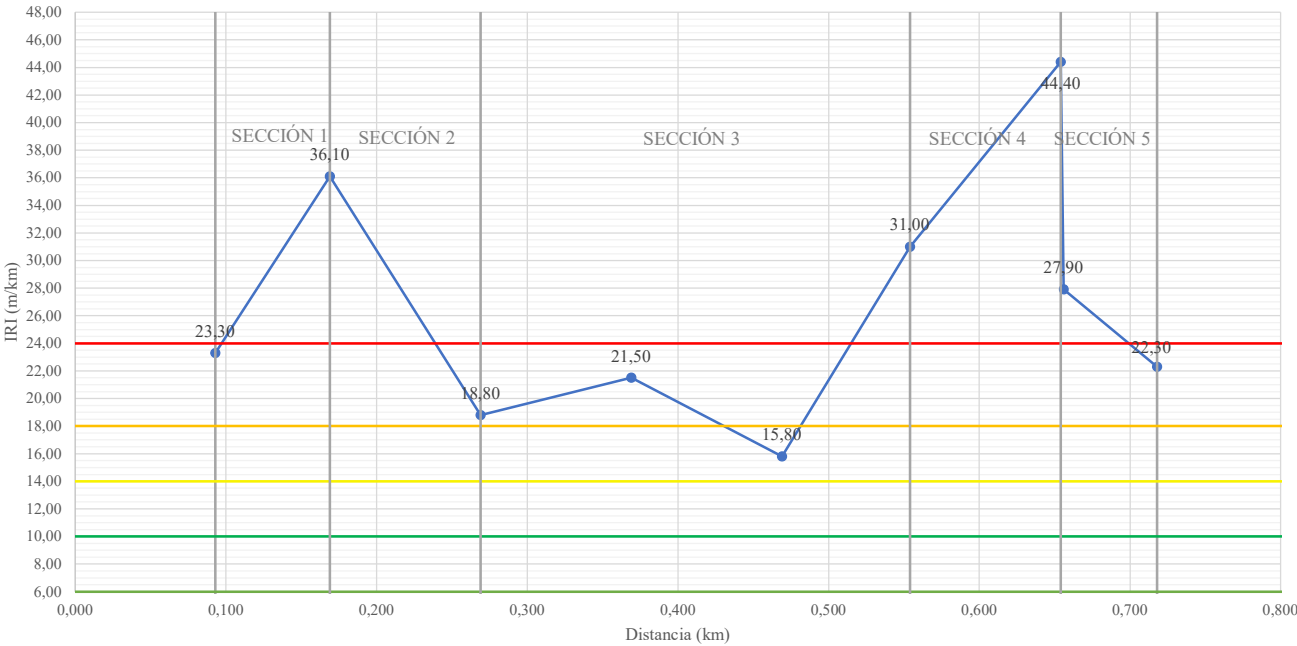
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,30
Sección 2:	36,10
Sección 3:	21,42
Sección 4:	44,08
Sección 5:	22,30
Global:	26,51

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Hora:	12:58:56 p. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	21,00	30,00	9,9046699	-83,8612017	2022,00	
2	0,075	0,168	27,70	27,00	9,9052101	-83,8606987	2031,50	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,268	17,40	34,00	9,9056293	-83,8600972	2039,10	
3	0,200	0,368	26,90	31,00	9,9059269	-83,8592688	2042,80	
3	0,300	0,468	32,70	31,00	9,9060374	-83,8583976	2050,60	V < 25 km/h x 2
3	0,387	0,555	26,90	25,00	9,9063996	-83,8576829	2054,70	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,655	32,90	23,00	9,9071300	-83,8573592	2066,10	V < 25 km/h x 8
4	0,102	0,657	2,30	20,00	9,9075331	-83,8571825	2076,20	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,715	26,30	26,00	9,9077777	-83,8571021	2079,30	V < 25 km/h x 1

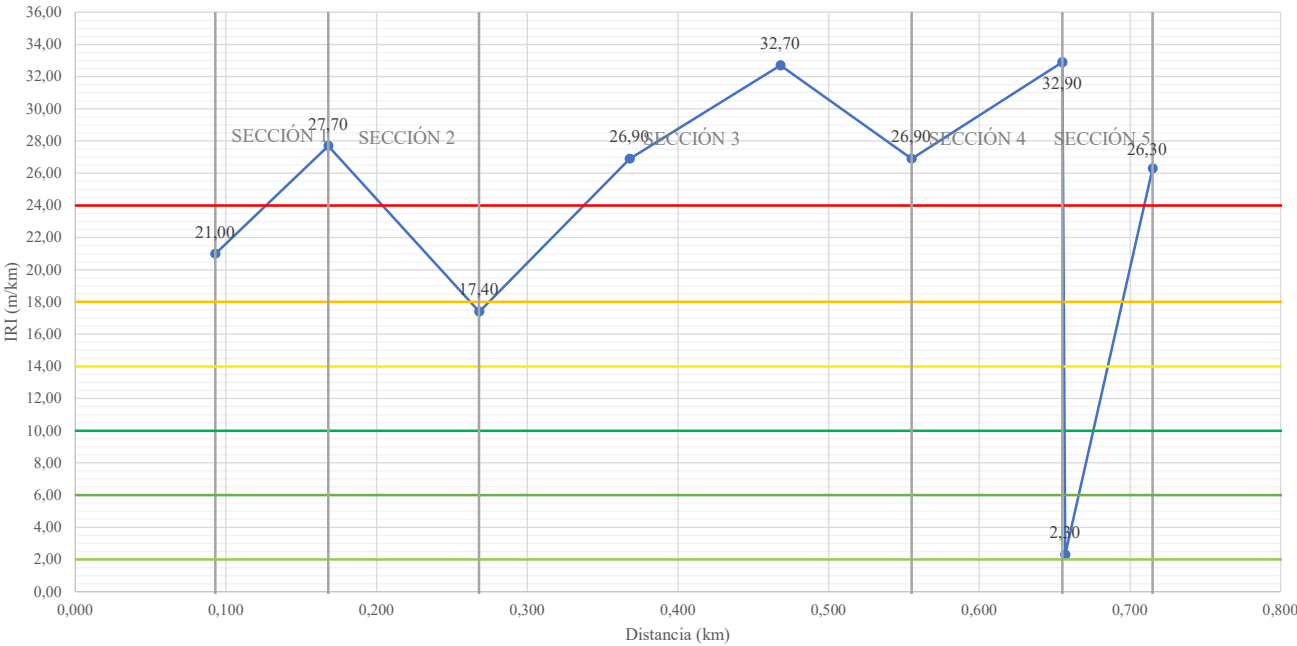
Valores promedio IRI

Sección 1:	21,00
Sección 2:	27,70
Sección 3:	25,94
Sección 4:	32,30
Sección 5:	26,30
Global:	26,42

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

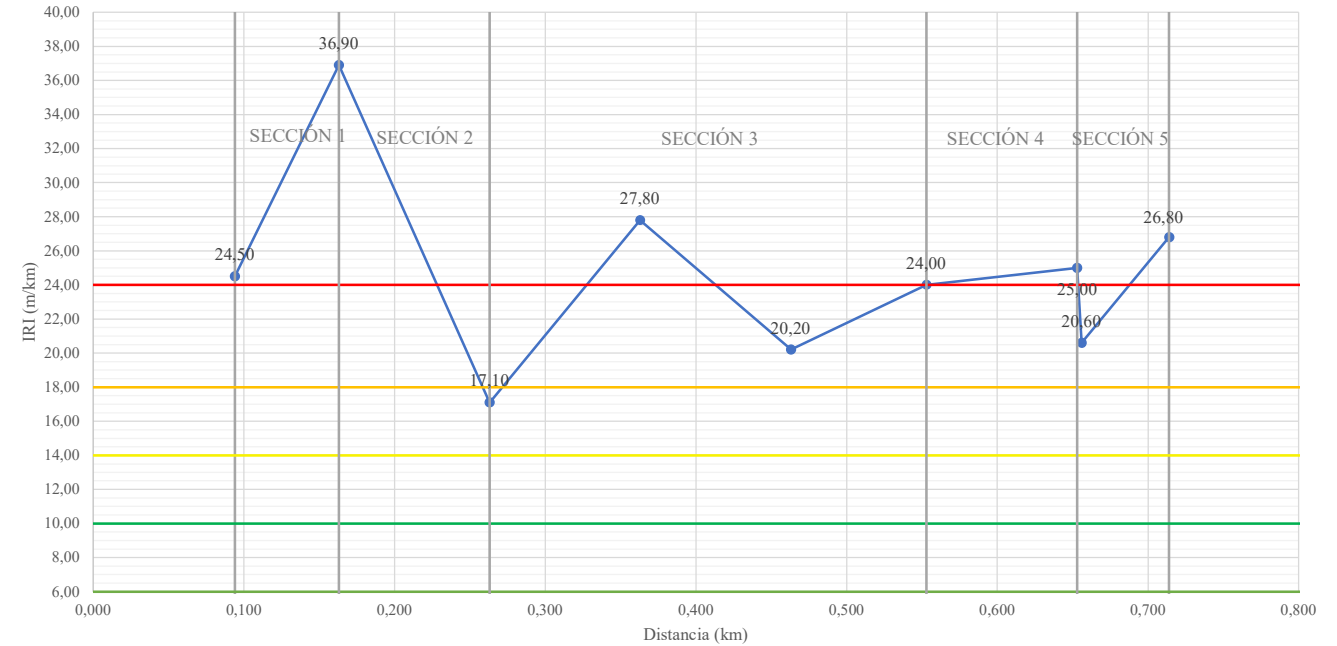
Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	01:04:41 p. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	62,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,094	0,094	24,50	29,00	9,9046536	-83,8612093	2024,00	
2	0,069	0,163	36,90	28,00	9,9051996	-83,8607273	2025,80	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,263	17,10	32,00	9,9056201	-83,8601748	2035,70	
3	0,200	0,363	27,80	30,00	9,9058813	-83,8593168	2039,70	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,463	20,20	28,00	9,9060030	-83,8584467	2048,30	V < 25 km/h x 2
3	0,390	0,553	24,00	25,00	9,9063564	-83,8576998	2055,50	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,653	25,00	24,00	9,9071334	-83,8573713	2064,90	V < 25 km/h x 3
4	0,103	0,656	20,60	24,00	9,9075428	-83,8571970	2077,50	V < 25 km/h x 1
5	0,058	0,714	26,80	27,00	9,9077816	-83,8571070	2079,30	V < 25 km/h x 2

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	24,50	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	36,90		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Sección 3:	22,23		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala
Sección 4:	24,87			
Sección 5:	26,80			
Global:	24,70			

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 17°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023	Hora:	01:11:21 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	61,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,094	0,094	23,00	30,00	9,9046523	-83,8612106	2027,80	
2	0,074	0,168	34,90	27,00	9,9052193	-83,8607053	2032,70	V < 25 km/h x 4
3	0,100	0,268	17,30	33,00	9,9056416	-83,8601074	2042,80	
3	0,200	0,368	24,50	29,00	9,9059428	-83,8592780	2046,70	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,468	19,80	28,00	9,9060464	-83,8583966	2052,90	V < 25 km/h x 1
3	0,386	0,554	25,20	25,00	9,9064080	-83,8576796	2059,30	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,654	28,10	23,00	9,9071450	-83,8573633	2066,30	V < 25 km/h x 5
4	0,103	0,657	6,70	21,00	9,9075378	-83,8571743	2075,60	V < 25 km/h x 1
5	0,057	0,715	26,20	24,00	9,9077822	-83,8571047	2080,40	V < 25 km/h x 3

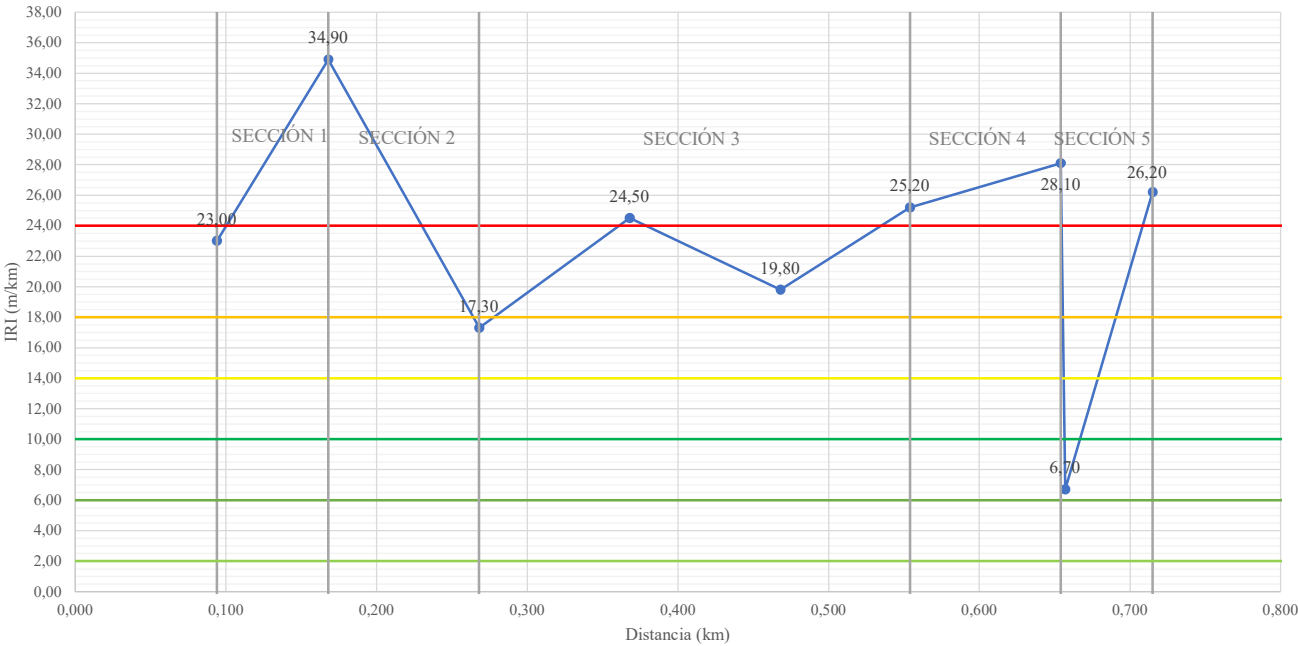
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,00
Sección 2:	34,90
Sección 3:	21,57
Sección 4:	27,48
Sección 5:	26,20
Global:	24,37

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 18 de octubre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	64,00 m

Clima:	Soleado, -°C, viento - km/h
Hora:	08:46:06 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h NOTA: Durante la evaluación hubo una desconexión del odómetro debido a un fallo en el cable de conexión, sin embargo, esto no afectó la medición de los tramos de interés

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,094	0,094	23,70	27,00	9,9046096	-83,8611956	2022,90	V < 25 km/h x 1
2	0,074	0,168	21,50	24,00	9,9051826	-83,8606729	2028,00	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	17,00	32,00	9,9055922	-83,8600753	2038,80	
3	0,200	0,368	17,80	29,00	9,9058823	-83,8592444	2041,20	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	28,20	29,00	9,9059947	-83,8583699	2047,10	V < 25 km/h x 1
3	0,386	0,554	29,30	27,00	9,9063685	-83,8576565	2052,70	V < 25 km/h x 1

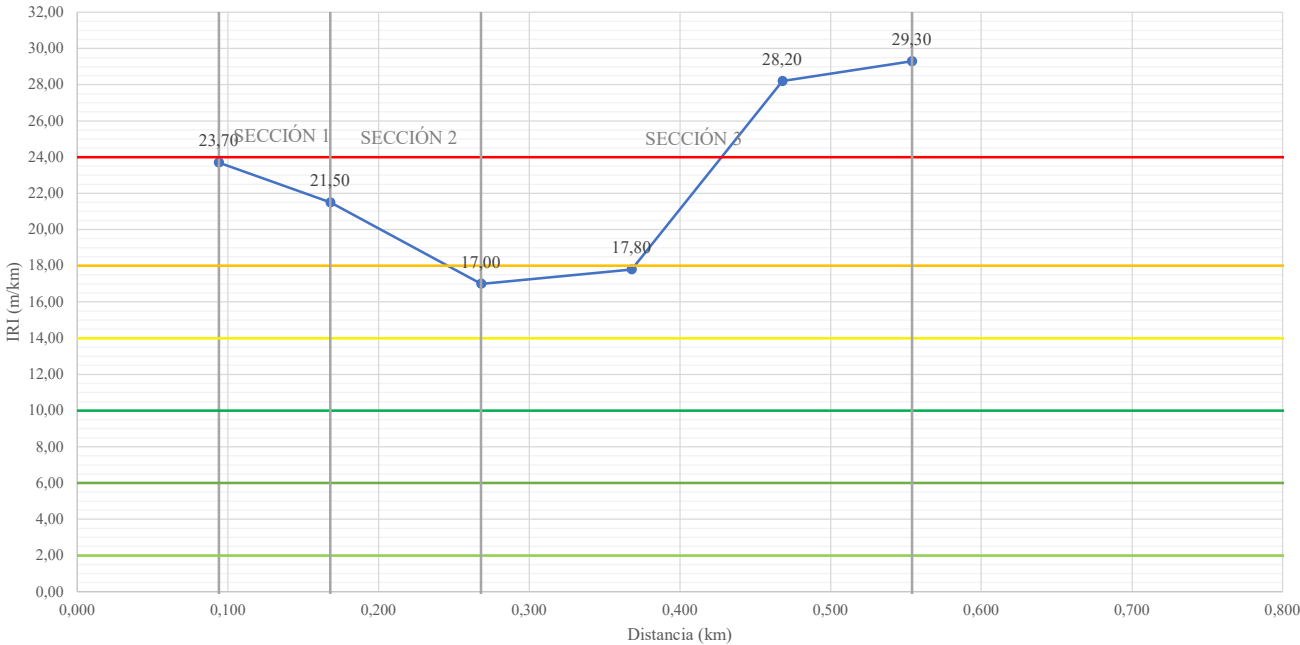
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,70
Sección 2:	21,50
Sección 3:	22,85
Global:	22,81

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:07:44 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	36,00	9,8654643	-83,8676155	1582,30	
1	0,200	0,200	9,30	35,00	9,8650944	-83,8667941	1590,60	
1	0,300	0,300	8,60	36,00	9,8651533	-83,8658891	1591,30	
1	0,400	0,400	8,30	37,00	9,8657270	-83,8651842	1589,80	
1	0,500	0,500	8,00	35,00	9,8663303	-83,8644945	1586,20	
1	0,600	0,600	8,30	36,00	9,8667187	-83,8637137	1583,00	
1	0,700	0,700	11,90	35,00	9,8672651	-83,8630255	1581,70	
1	0,800	0,800	13,10	34,00	9,8680531	-83,8625959	1589,00	
1	0,884	0,884	13,90	38,00	9,8687535	-83,8621697	1601,20	
2	0,100	0,984	14,10	32,00	9,8694518	-83,8616940	1605,10	
2	0,123	1,007	11,00	26,00	9,8699162	-83,8613758	1607,50	ET1

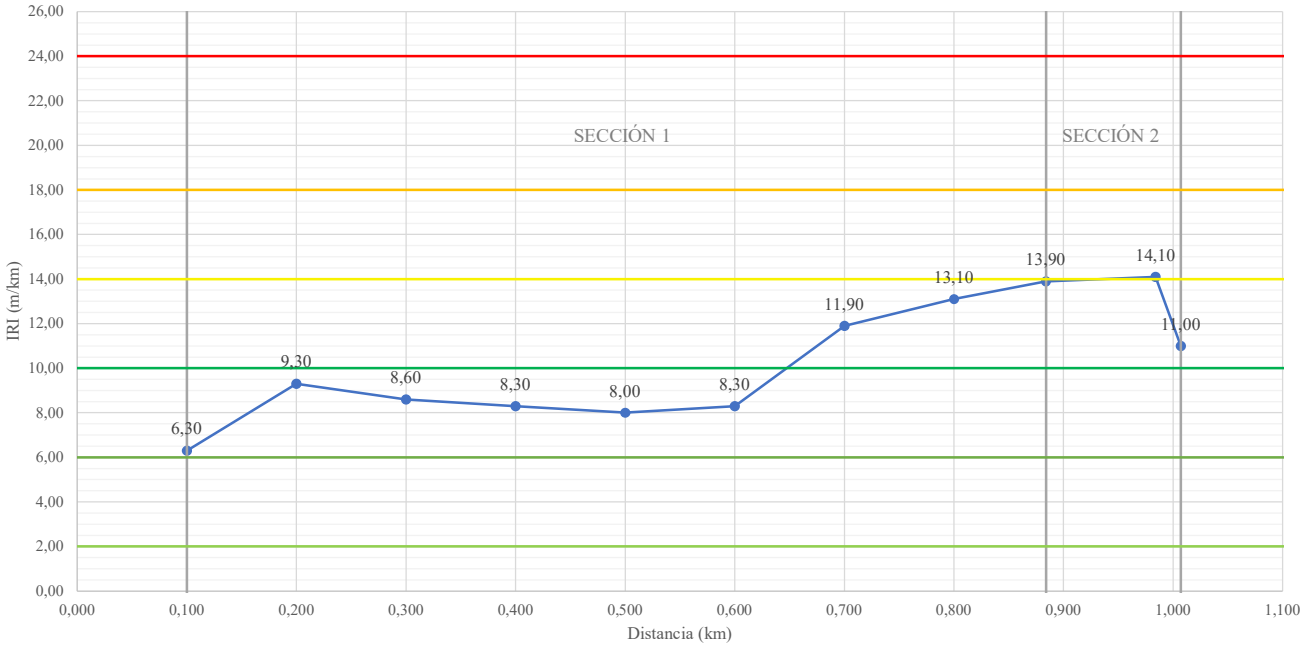
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,67
Sección 2:	13,52
Global:	10,14

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:14:05 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,80	36,00	9,8654986	-83,8676053	1575,50	
1	0,200	0,200	8,90	34,00	9,8651310	-83,8667748	1583,00	
1	0,300	0,300	9,40	35,00	9,8652036	-83,8658822	1581,00	
1	0,400	0,400	8,50	35,00	9,8657724	-83,8651839	1580,00	
1	0,500	0,500	9,20	35,00	9,8663691	-83,8644730	1575,20	
1	0,600	0,600	8,10	35,00	9,8667739	-83,8637340	1571,00	
1	0,700	0,700	10,50	38,00	9,8673955	-83,8630300	1568,40	
1	0,800	0,800	13,50	35,00	9,8681876	-83,8626018	1576,00	
1	0,885	0,885	14,40	37,00	9,8688799	-83,8622081	1586,50	
2	0,100	0,985	14,80	31,00	9,8695541	-83,8617001	1589,80	
2	0,123	1,008	13,30	28,00	9,8700010	-83,8613614	1594,60	

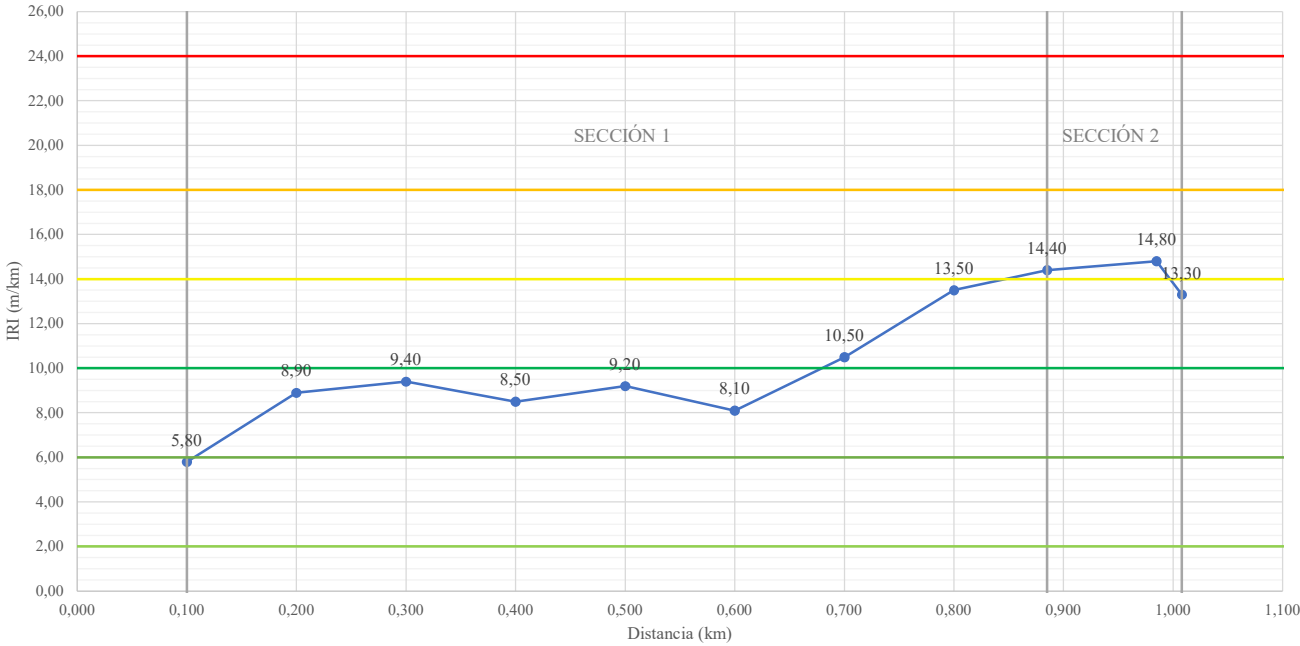
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,73
Sección 2:	14,52
Global:	10,32

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	08:19:52 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	184,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	37,00	9,8655045	-83,8676159	1578,00	
1	0,200	0,200	9,00	36,00	9,8651269	-83,8667948	1585,20	
1	0,300	0,300	9,50	35,00	9,8652482	-83,8658849	1582,90	
1	0,400	0,400	8,30	35,00	9,8658173	-83,8651921	1580,00	
1	0,500	0,500	8,10	35,00	9,8664006	-83,8644863	1573,80	
1	0,600	0,600	8,00	36,00	9,8668253	-83,8637237	1567,20	
1	0,700	0,700	10,00	40,00	9,8673640	-83,8630150	1565,00	
1	0,800	0,800	13,40	34,00	9,8681601	-83,8625998	1575,10	
1	0,885	0,885	13,60	33,00	9,8688581	-83,8621788	1586,30	
2	0,100	0,985	15,20	30,00	9,8695392	-83,8616713	1589,00	
2	0,123	1,007	10,00	26,00	9,8699847	-83,8613574	1592,40	V < 25 km/h x 1

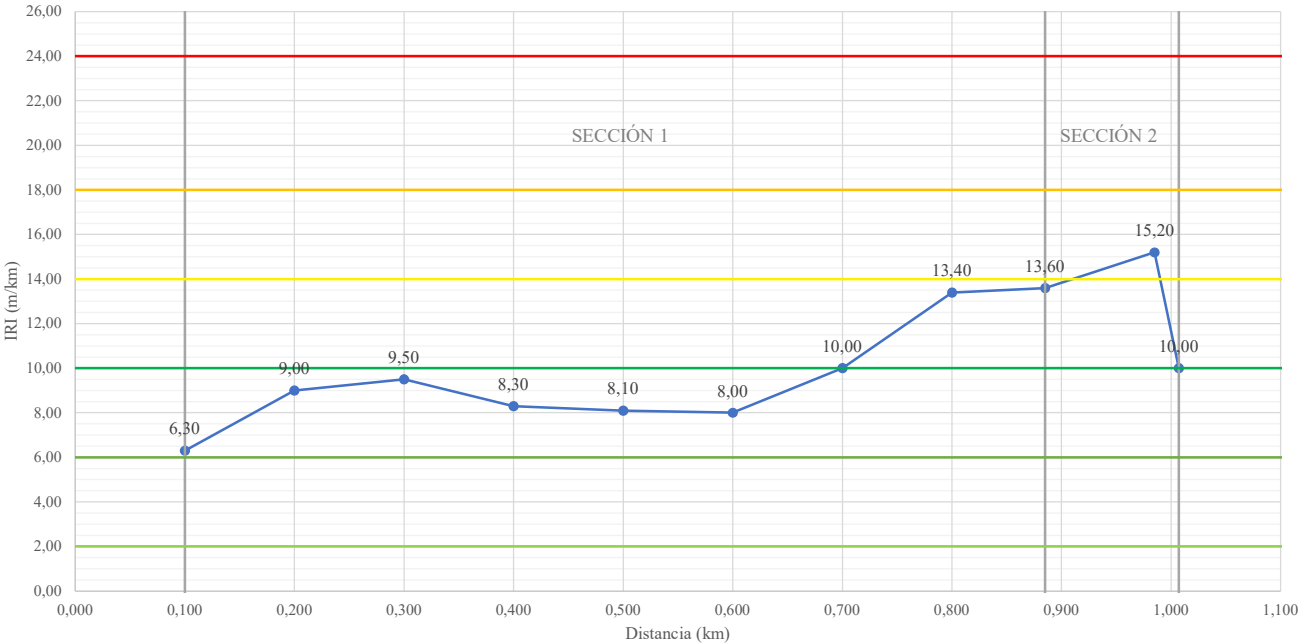
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,51
Sección 2:	14,15
Global:	10,09

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	182,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:25:41 a. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario Evento Temporal 2 (ET2): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,90	36,00	9,8654961	-83,8676114	1572,80	
1	0,200	0,200	8,70	35,00	9,8651457	-83,8667865	1577,60	
1	0,300	0,300	8,50	36,00	9,8651933	-83,8659123	1576,50	
1	0,400	0,400	9,70	37,00	9,8657877	-83,8652248	1574,70	ET1
1	0,500	0,500	8,70	37,00	9,8663837	-83,8645330	1568,80	
1	0,600	0,600	8,70	35,00	9,8667544	-83,8637405	1566,10	ET2
1	0,700	0,700	10,30	39,00	9,8672984	-83,8629791	1569,00	
1	0,800	0,800	14,90	34,00	9,8681045	-83,8625729	1576,20	
1	0,887	0,887	14,10	39,00	9,8688333	-83,8621841	1586,70	
2	0,100	0,987	12,50	33,00	9,8695201	-83,8616637	1590,80	
2	0,121	1,008	12,80	27,00	9,8699630	-83,8613578	1593,50	

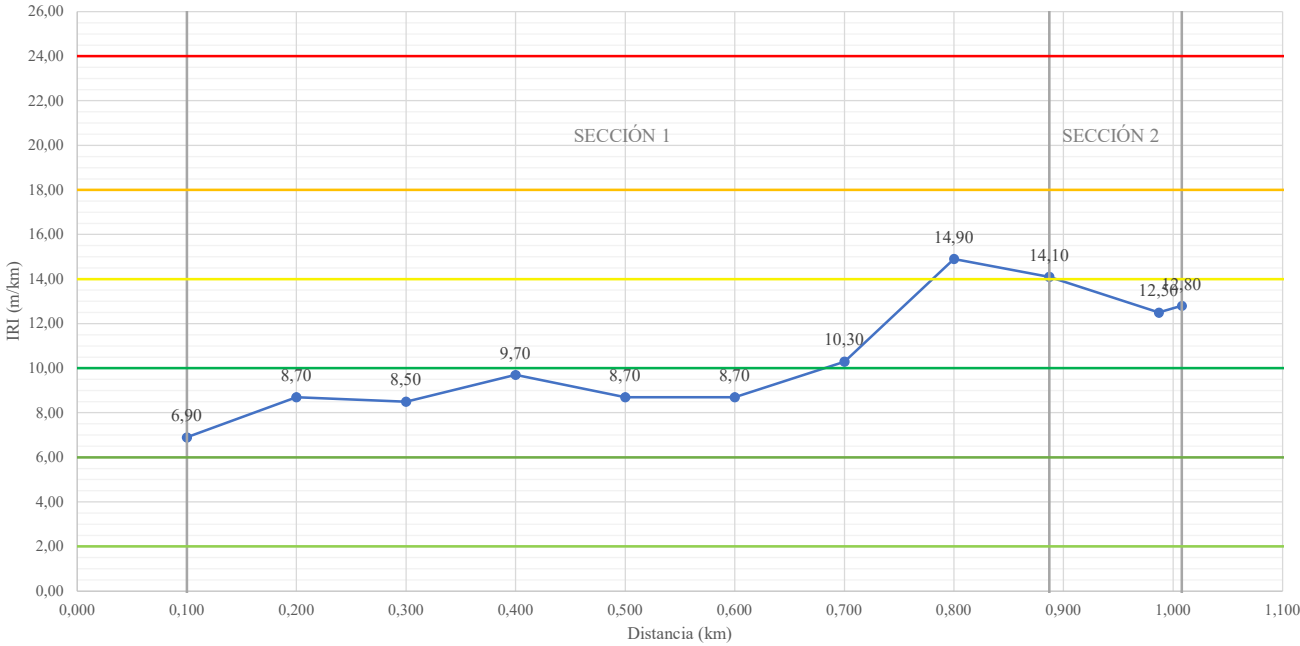
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,00
Sección 2:	12,55
Global:	10,30

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	08:31:08 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	184,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	40,00	9,8654559	-83,8676183	1570,40	
1	0,200	0,200	9,60	37,00	9,8650745	-83,8668000	1578,50	
1	0,300	0,300	9,40	38,00	9,8650898	-83,8658749	1578,10	
1	0,400	0,400	8,60	37,00	9,8656996	-83,8651804	1574,20	
1	0,500	0,500	8,50	36,00	9,8663164	-83,8645010	1572,40	
1	0,600	0,600	8,10	36,00	9,8667164	-83,8637192	1569,20	
1	0,700	0,700	10,10	38,00	9,8672926	-83,8630502	1565,80	
1	0,800	0,800	14,20	33,00	9,8680520	-83,8625795	1578,70	
1	0,885	0,885	14,70	37,00	9,8687844	-83,8621907	1584,80	
2	0,100	0,985	16,70	34,00	9,8694505	-83,8616821	1589,30	
2	0,122	1,007	14,90	29,00	9,8699058	-83,8613637	1593,40	

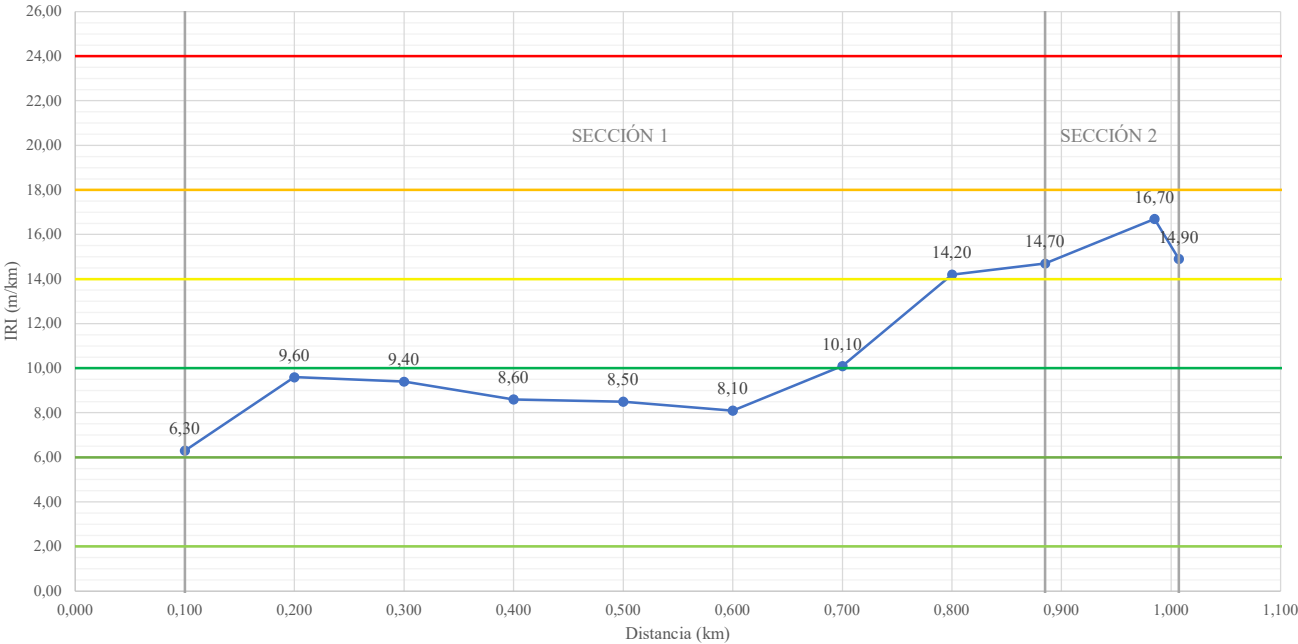
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,86
Sección 2:	16,38
Global:	10,65

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:36:54 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,10	38,00	9,8654356	-83,8675932	1573,20	
1	0,200	0,200	8,90	36,00	9,8650500	-83,8667952	1580,10	
1	0,300	0,300	10,10	39,00	9,8651050	-83,8659127	1578,60	
1	0,400	0,400	9,00	37,00	9,8657124	-83,8652049	1570,90	
1	0,500	0,500	9,00	35,00	9,8663116	-83,8645124	1569,00	
1	0,600	0,600	8,20	35,00	9,8666788	-83,8636980	1570,50	
1	0,700	0,700	9,90	37,00	9,8672300	-83,8630075	1569,90	
1	0,800	0,800	15,40	30,00	9,8680711	-83,8626118	1576,40	V < 25 km/h x 1
1	0,884	0,884	14,00	36,00	9,8687632	-83,8621738	1586,20	
2	0,100	0,984	12,90	32,00	9,8694468	-83,8616960	1589,10	
2	0,124	1,008	12,90	30,00	9,8698983	-83,8613577	1593,50	

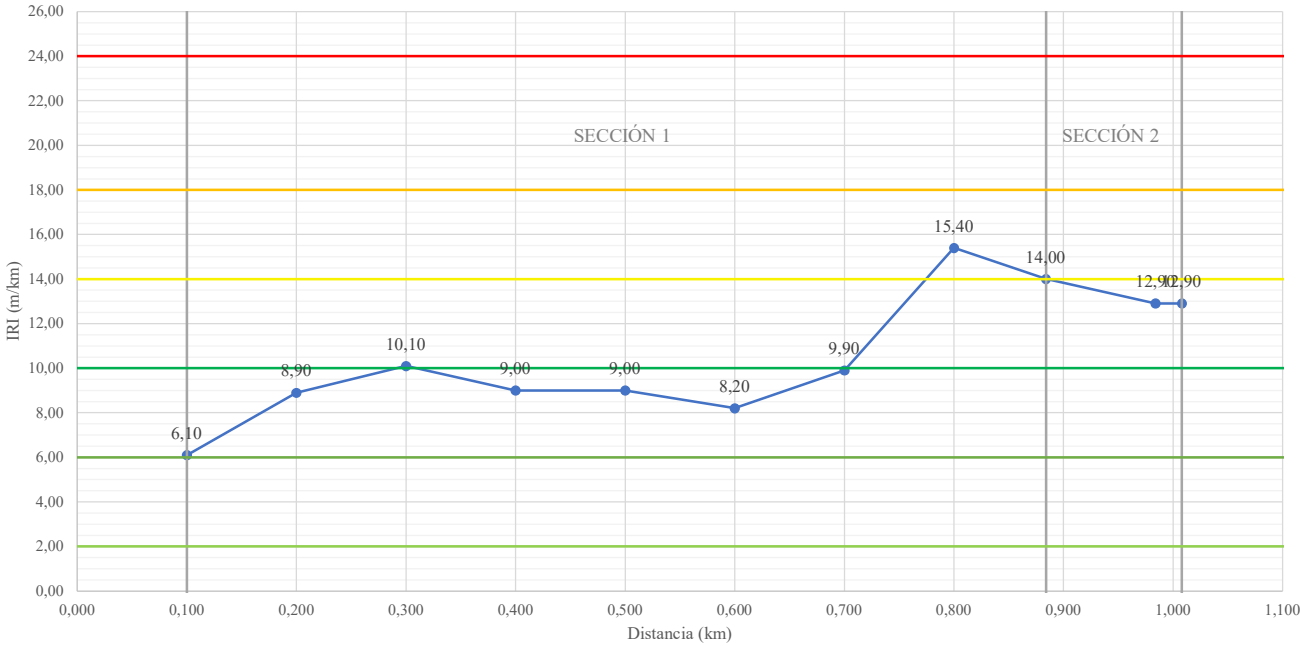
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,00
Sección 2:	12,90
Global:	10,35

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:42:52 a. m.
Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,90	36,00	9,8654265	-83,8676023	1573,20	
1	0,200	0,200	10,20	34,00	9,8650452	-83,8667906	1579,40	
1	0,300	0,300	9,70	36,00	9,8651036	-83,8658880	1576,10	
1	0,400	0,400	8,90	36,00	9,8657242	-83,8652000	1572,00	
1	0,500	0,500	8,00	35,00	9,8663248	-83,8644946	1568,50	
1	0,600	0,600	8,30	37,00	9,8667103	-83,8637040	1565,50	
1	0,700	0,700	10,70	38,00	9,8672776	-83,8629865	1563,60	
1	0,800	0,800	16,80	30,00	9,8680865	-83,8625799	1571,40	V < 25 km/h x 1
1	0,885	0,885	14,00	37,00	9,8688075	-83,8621946	1582,70	
2	0,100	0,985	12,20	34,00	9,8694709	-83,8617052	1585,00	
2	0,122	1,007	8,90	32,00	9,8699067	-83,8613637	1590,50	

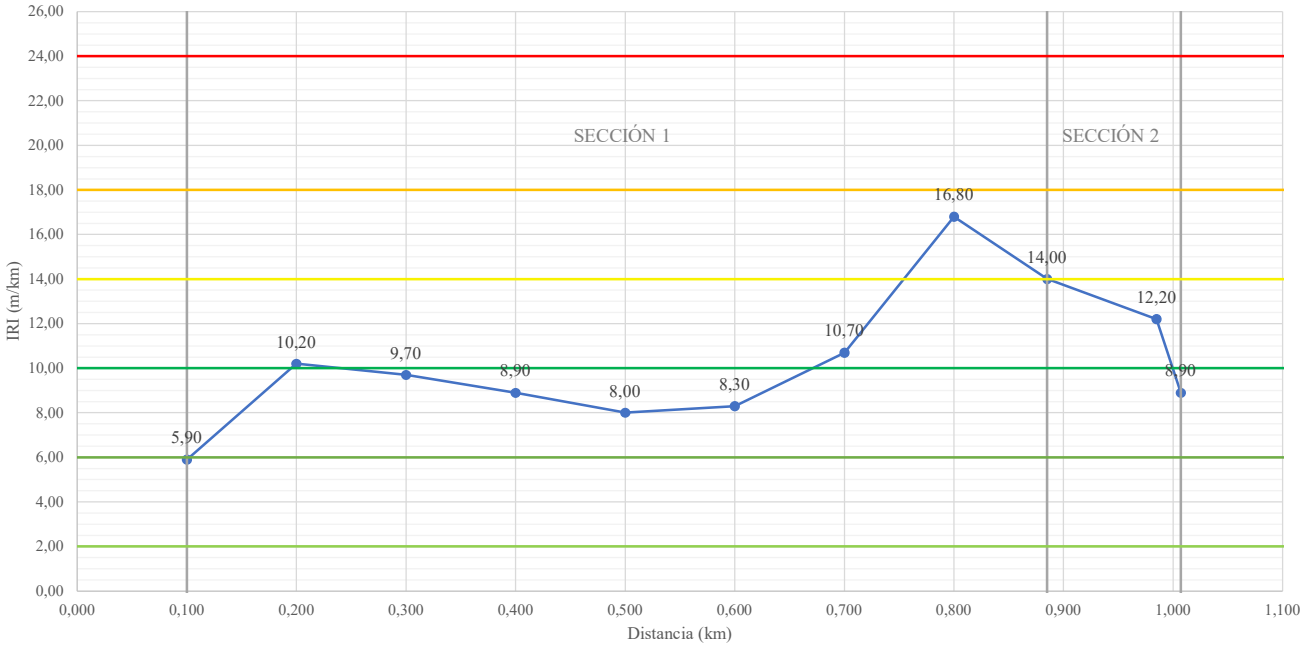
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,21
Sección 2:	11,60
Global:	10,38

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	174,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 8 km/h
Hora:	08:48:10 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	37,00	9,8654356	-83,8675860	1575,80	
1	0,200	0,200	9,30	36,00	9,8650532	-83,8667653	1583,80	
1	0,300	0,300	9,40	37,00	9,8651003	-83,8658726	1582,40	
1	0,400	0,400	9,10	37,00	9,8657017	-83,8651574	1579,30	
1	0,500	0,500	7,80	36,00	9,8662950	-83,8644353	1575,80	
1	0,600	0,600	8,60	38,00	9,8666947	-83,8636520	1575,50	
1	0,700	0,700	10,00	39,00	9,8672534	-83,8629263	1573,60	
1	0,800	0,800	14,00	33,00	9,8680705	-83,8625694	1581,00	
1	0,883	0,883	14,00	34,00	9,8687858	-83,8621672	1588,00	
2	0,100	0,983	15,40	28,00	9,8694645	-83,8616892	1593,70	
2	0,123	1,006	15,10	26,00	9,8699039	-83,8613558	1595,90	V < 25 km/h x 1

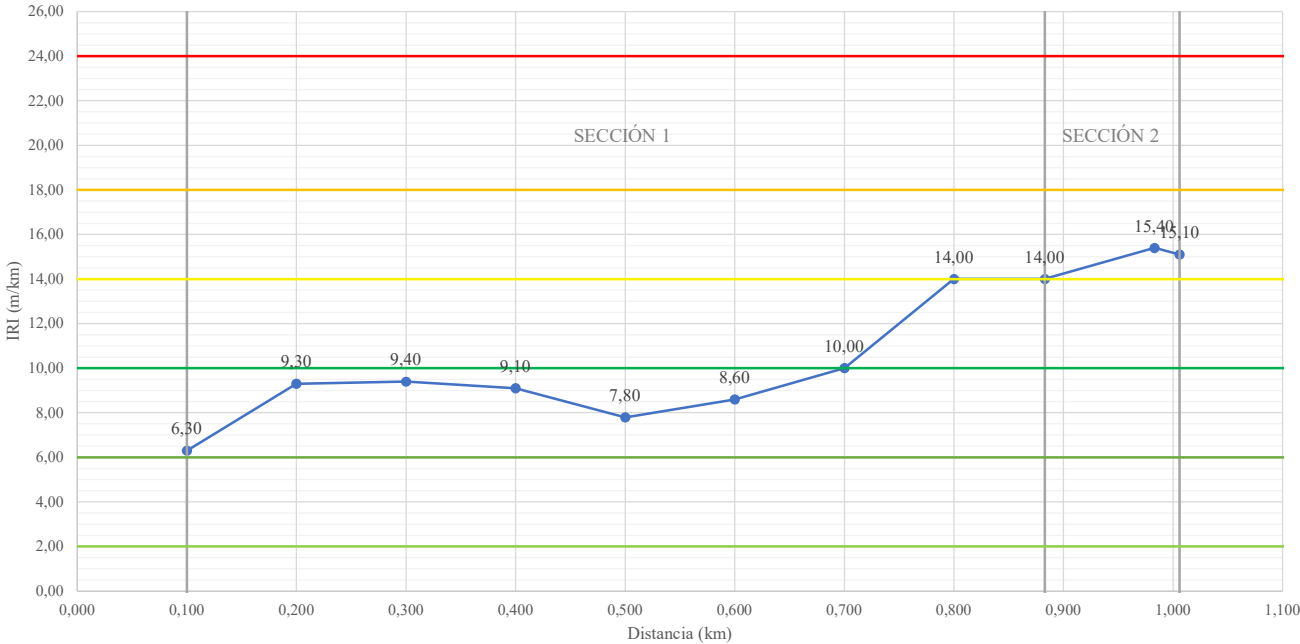
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,75
Sección 2:	15,34
Global:	10,44

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Ligeramete lluvioso, 16°C, viento 8 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	08:54:13 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	184,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	38,00	9,8654261	-83,8675724	1575,50	
1	0,200	0,200	9,10	36,00	9,8650549	-83,8667610	1583,00	
1	0,300	0,300	9,00	37,00	9,8651244	-83,8658574	1581,30	
1	0,400	0,400	8,50	36,00	9,8657210	-83,8651746	1578,70	
1	0,500	0,500	8,90	36,00	9,8663072	-83,8644633	1576,40	
1	0,600	0,600	8,60	36,00	9,8666747	-83,8636757	1576,60	
1	0,700	0,700	10,90	36,00	9,8672495	-83,8629572	1576,40	
1	0,800	0,800	14,20	31,00	9,8680264	-83,8625197	1583,50	V < 25 km/h x 1
1	0,885	0,885	14,00	39,00	9,8687464	-83,8621164	1590,50	
2	0,100	0,985	12,70	34,00	9,8694434	-83,8616553	1594,40	
2	0,122	1,007	10,70	29,00	9,8699051	-83,8613297	1599,00	

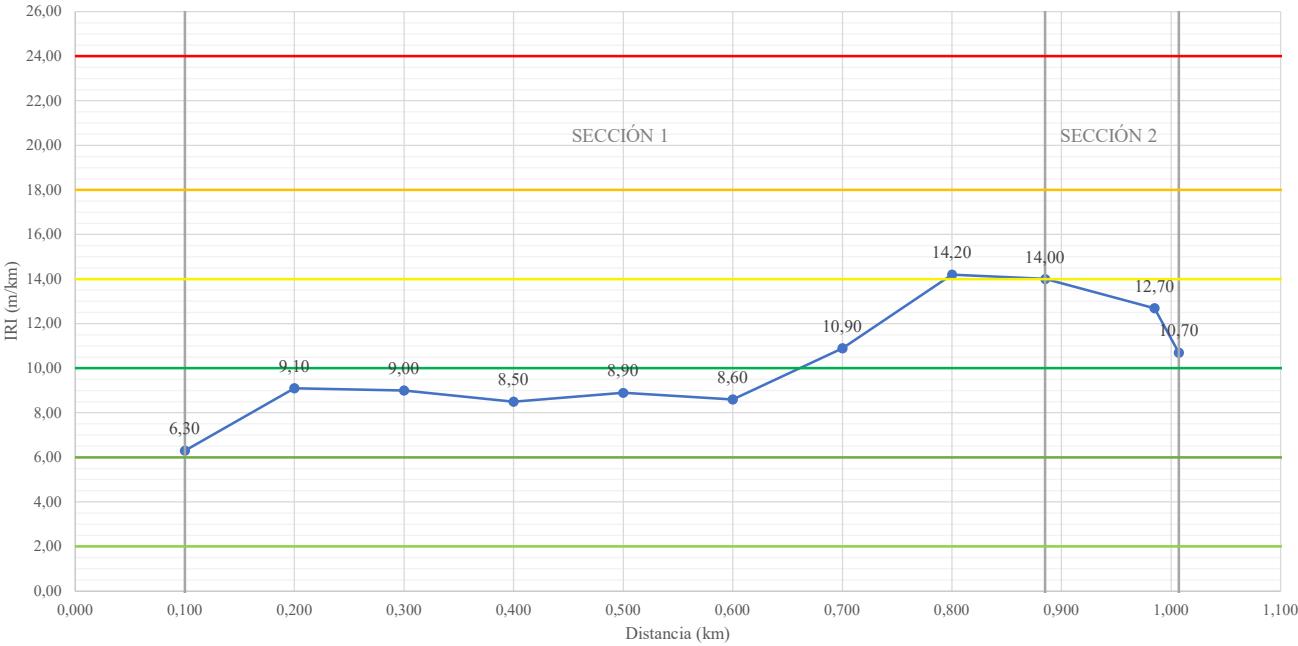
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,88
Sección 2:	12,34
Global:	10,17

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Ligeramete lluvioso, 16°C, viento 8 km/h
Hora:	08:59:46 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	40,00	9,8654248	-83,8675871	1575,90	
1	0,200	0,200	8,90	36,00	9,8650562	-83,8667614	1582,90	
1	0,300	0,300	9,40	37,00	9,8651334	-83,8658727	1581,20	
1	0,400	0,400	8,10	37,00	9,8657392	-83,8651737	1578,80	
1	0,500	0,500	8,30	35,00	9,8663122	-83,8644649	1575,10	
1	0,600	0,600	8,30	35,00	9,8667486	-83,8636482	1578,60	
1	0,700	0,700	9,90	39,00	9,8672971	-83,8629356	1577,80	
1	0,800	0,800	13,30	35,00	9,8680677	-83,8625380	1583,80	
1	0,884	0,884	13,70	37,00	9,8687715	-83,8621237	1590,80	
2	0,100	0,984	15,00	33,00	9,8694711	-83,8616538	1589,20	
2	0,123	1,007	9,70	31,00	9,8699120	-83,8613320	1594,60	

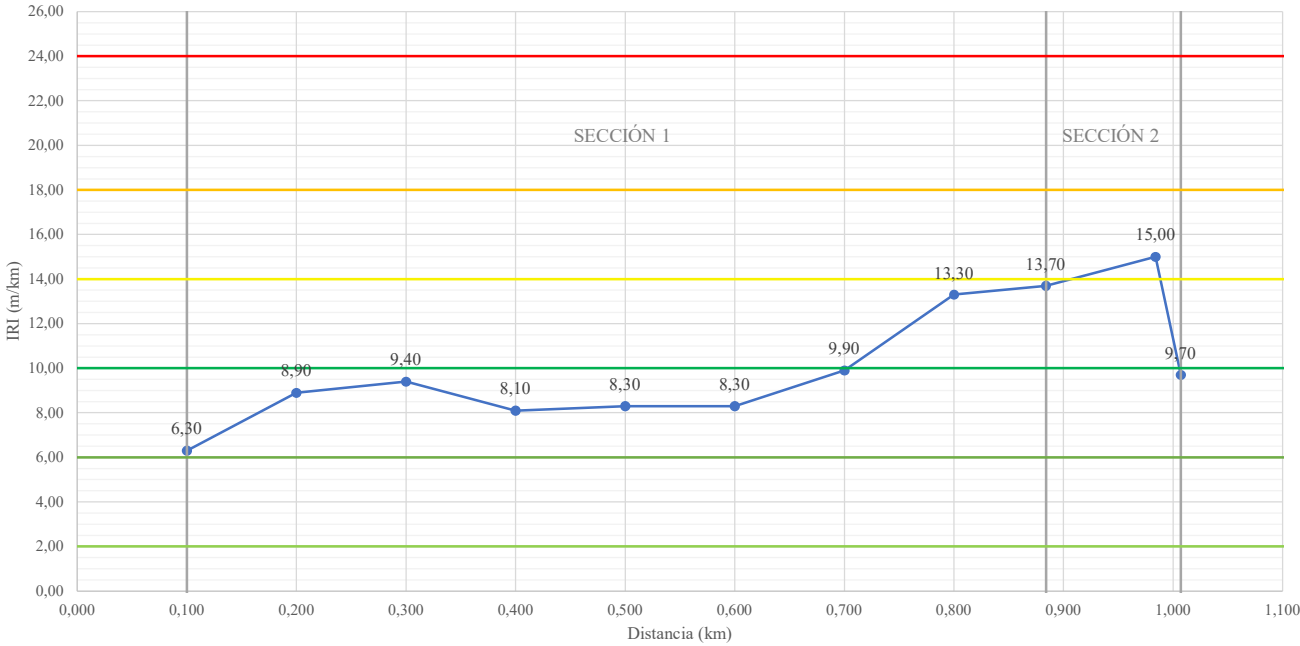
Valores promedio IRI

Sección 1:	9,50
Sección 2:	14,01
Global:	10,05

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	190,00 m

Clima:	Ligeramete lluvioso, 16°C, viento 8 km/h
Hora:	09:05:24 a. m.
Observaciones:	Iteración 11 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Medición descartada para el análisis por: Medición extra por error de conteo

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	5,90	37,00	9,8654445	-83,8675876	1576,40	
1	0,200	0,200	9,30	35,00	9,8650717	-83,8667657	1584,10	
1	0,300	0,300	9,20	35,00	9,8651544	-83,8658982	1584,10	
1	0,400	0,400	9,40	35,00	9,8657587	-83,8651784	1581,30	
1	0,500	0,500	8,60	37,00	9,8663261	-83,8644704	1578,70	
1	0,600	0,600	8,90	36,00	9,8667766	-83,8636875	1576,20	
1	0,700	0,700	10,00	37,00	9,8673130	-83,8629671	1575,90	
1	0,800	0,800	16,40	31,00	9,8680730	-83,8625599	1584,10	
1	0,884	0,884	15,00	33,00	9,8687787	-83,8621336	1591,80	
2	0,100	0,984	14,50	32,00	9,8694732	-83,8616692	1592,00	
2	0,121	1,006	10,00	28,00	9,8699126	-83,8613589	1598,30	

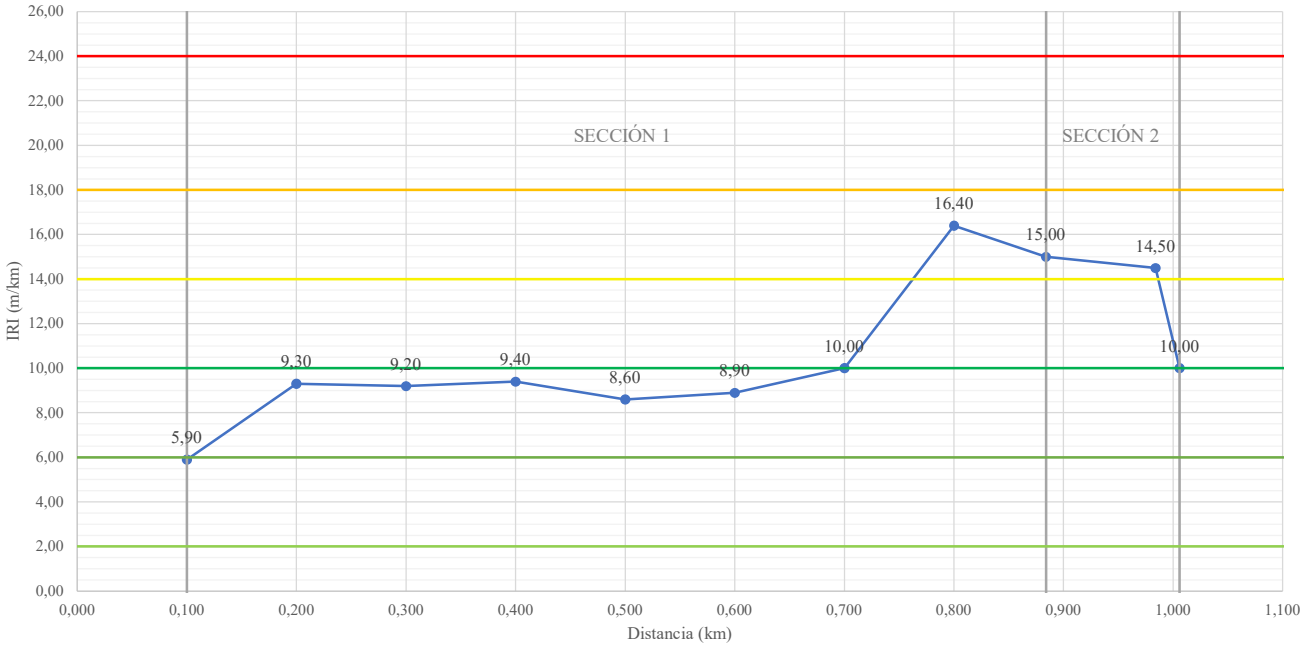
Valores promedio IRI

Sección 1:	10,21
Sección 2:	13,80
Global:	10,64

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	61,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	10:24:34 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,094	0,094	18,50	30,00	9,9046154	-83,8611495	2031,90	
2	0,073	0,166	15,70	22,00	9,9051537	-83,8606830	2035,40	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,266	14,30	33,00	9,9055859	-83,8600679	2043,60	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,366	25,90	30,00	9,9058749	-83,8592407	2044,70	V < 25 km/h x 4
3	0,300	0,466	32,90	30,00	9,9060117	-83,8583451	2053,60	
3	0,387	0,554	25,90	29,00	9,9063915	-83,8576072	2056,30	V < 25 km/h x 1
4	0,097	0,651	23,20	21,00	9,9071254	-83,8573407	2068,30	V < 25 km/h x 3
5	0,063	0,714	25,50	28,00	9,9077788	-83,8570556	2083,10	V < 25 km/h x 1

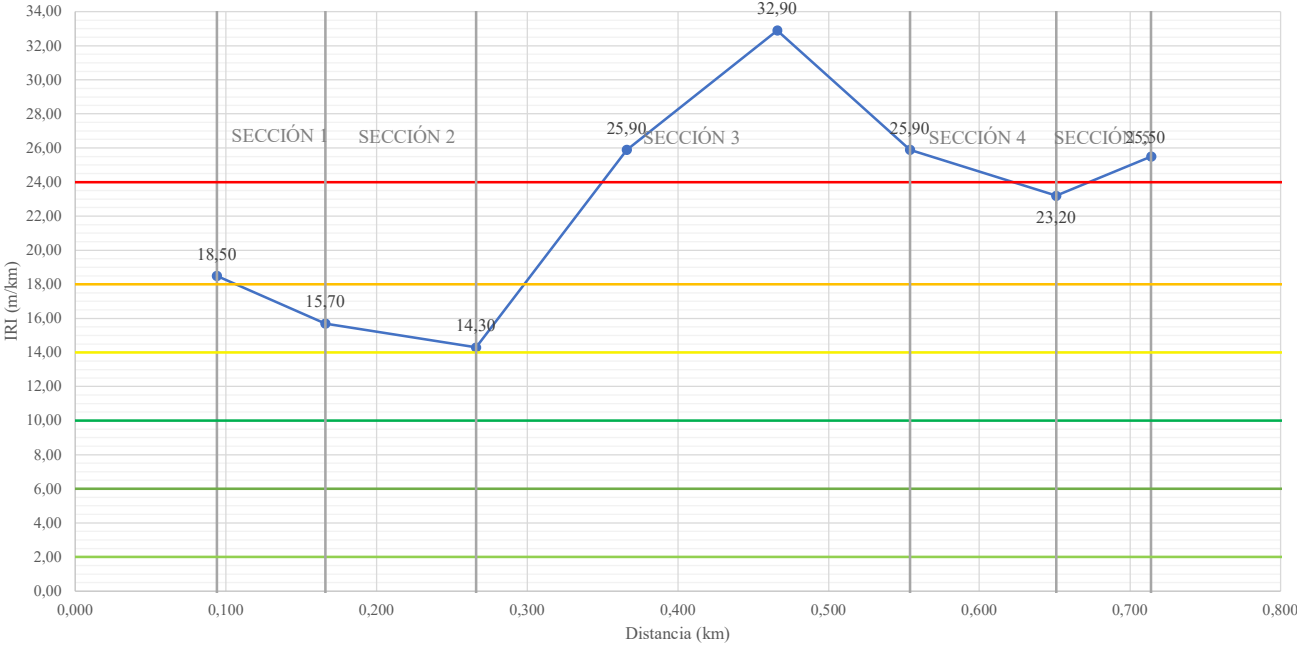
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,50
Sección 2:	15,70
Sección 3:	24,78
Sección 4:	23,20
Sección 5:	25,50
Global:	22,85

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	10:31:01 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,095	0,095	18,60	31,00	9,9046103	-83,8611401	2032,60	
2	0,073	0,168	19,70	25,00	9,9051769	-83,8606768	2036,50	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,268	17,20	32,00	9,9055735	-83,8600378	2046,90	
3	0,200	0,368	18,90	29,00	9,9058676	-83,8591835	2049,70	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	24,20	28,00	9,9059815	-83,8583048	2053,50	V < 25 km/h x 1
3	0,385	0,553	18,10	25,00	9,9063592	-83,8576018	2057,50	V < 25 km/h x 1
4	0,099	0,651	23,00	23,00	9,9071074	-83,8572944	2069,30	V < 25 km/h x 2
5	0,062	0,714	21,10	25,00	9,9077647	-83,8570216	2083,70	V < 25 km/h x 1

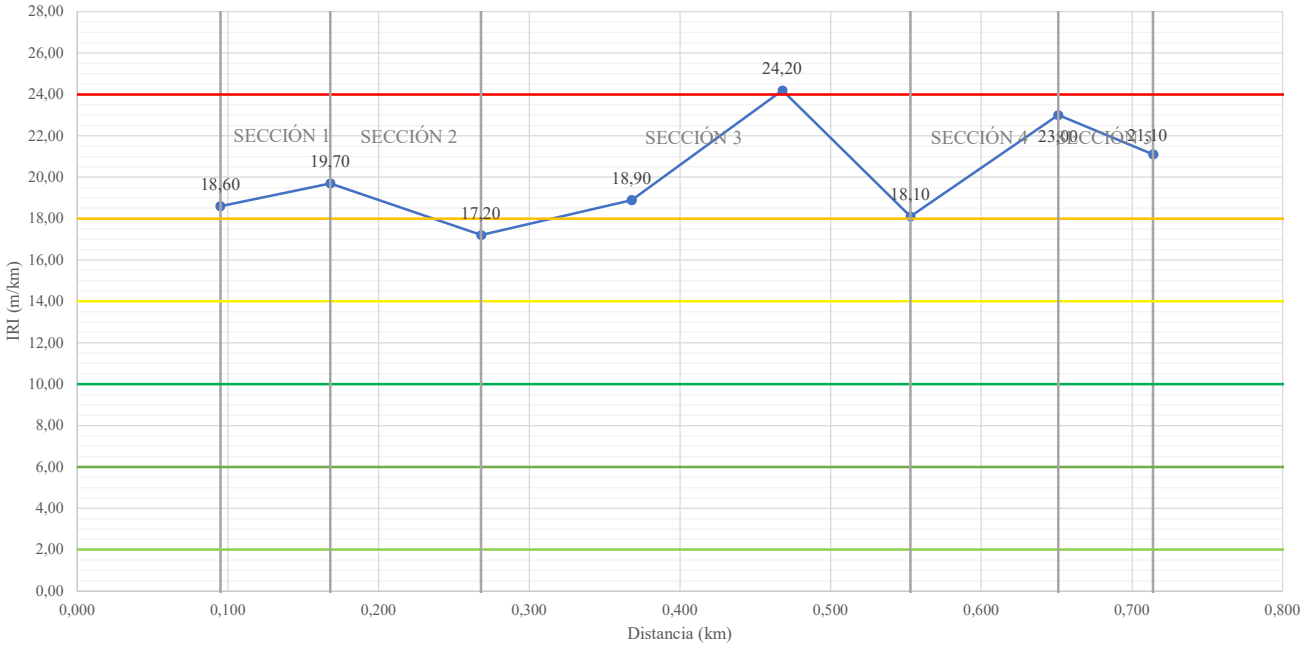
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,60
Sección 2:	19,70
Sección 3:	19,66
Sección 4:	23,00
Sección 5:	21,10
Global:	20,11

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	10:37:33 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	63,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,092	0,092	18,60	27,00	9,9046051	-83,8611498	2033,70	V < 25 km/h x 5
2	0,075	0,167	32,30	26,00	9,9051666	-83,8606550	2035,90	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,267	14,10	30,00	9,9055807	-83,8600488	2047,20	
3	0,200	0,367	16,90	27,00	9,9058658	-83,8591920	2046,40	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,467	10,20	26,00	9,9059808	-83,8583144	2050,70	V < 25 km/h x 1
3	0,386	0,553	27,60	25,00	9,9063629	-83,8576028	2054,00	V < 25 km/h x 1
4	0,095	0,648	15,80	21,00	9,9070956	-83,8573286	2066,60	V < 25 km/h x 1
5	0,066	0,714	15,00	23,00	9,9077390	-83,8570783	2085,20	V < 25 km/h x 1

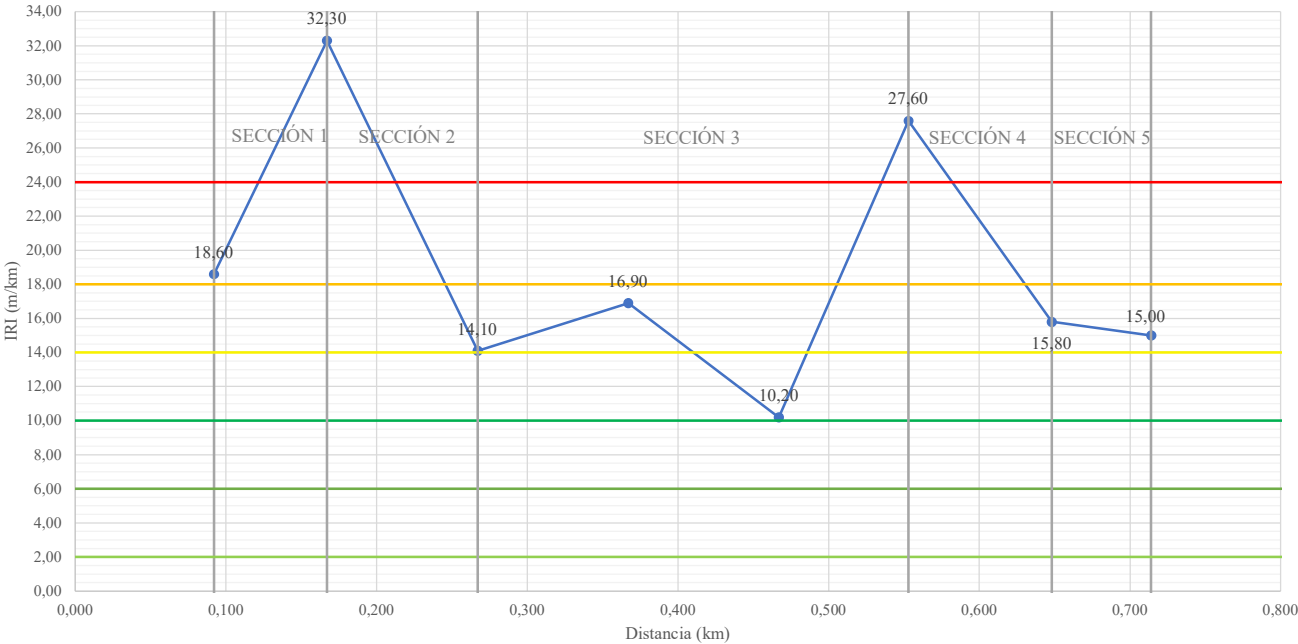
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,60
Sección 2:	32,30
Sección 3:	16,82
Sección 4:	15,80
Sección 5:	15,00
Global:	18,37

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	10:43:31 a. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	19,90	29,00	9,9045993	-83,8611566	2033,50	
2	0,075	0,168	35,60	26,00	9,9051602	-83,8606557	2038,20	V < 25 km/h x 5
3	0,100	0,268	14,50	33,00	9,9055739	-83,8600374	2045,80	
3	0,200	0,368	25,10	31,00	9,9058650	-83,8591995	2046,70	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,468	25,90	29,00	9,9059935	-83,8583074	2052,30	V < 25 km/h x 4
3	0,383	0,551	28,10	25,00	9,9063571	-83,8576231	2060,40	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,651	30,50	24,00	9,9070980	-83,8573222	2070,10	V < 25 km/h x 1
4	0,101	0,652	16,00	23,00	9,9074903	-83,8571433	2079,50	
5	0,062	0,714	27,00	27,00	9,9077489	-83,8570535	2083,50	V < 25 km/h x 1

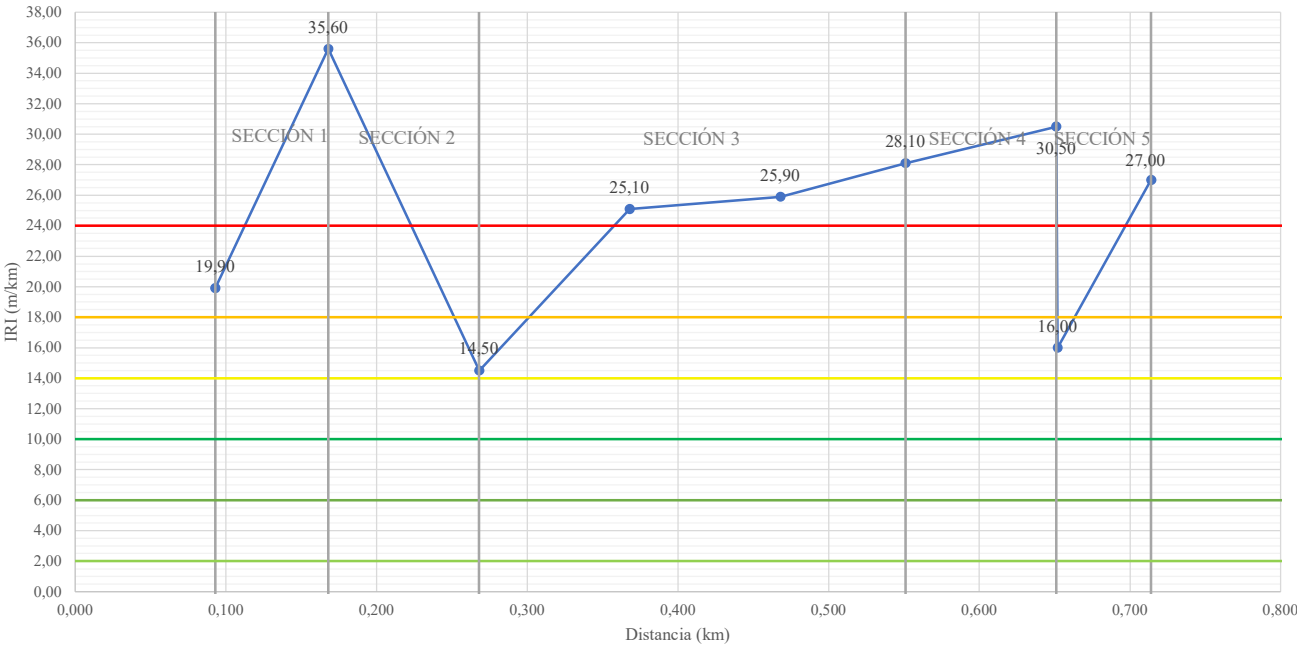
Valores promedio IRI

Sección 1:	19,90
Sección 2:	35,60
Sección 3:	23,19
Sección 4:	30,36
Sección 5:	27,00
Global:	25,41

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	10:50:05 a. m.
Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,095	0,095	23,60	28,00	9,9046046	-83,8611467	2031,20	V < 25 km/h x 1
2	0,073	0,167	34,50	27,00	9,9051508	-83,8606538	2036,00	V < 25 km/h x 7
3	0,100	0,267	14,70	34,00	9,9055576	-83,8600521	2049,00	
3	0,200	0,367	29,00	31,00	9,9058615	-83,8592147	2048,00	
3	0,300	0,467	24,90	29,00	9,9059895	-83,8583381	2049,50	V < 25 km/h x 4
3	0,385	0,553	30,60	26,00	9,9063521	-83,8576397	2055,80	V < 25 km/h x 3
4	0,100	0,653	21,30	20,00	9,9070921	-83,8573192	2067,20	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,653	0,20	21,00	9,9074841	-83,8571311	2075,40	
5	0,056	0,709	17,80	25,00	9,9077187	-83,8570690	2081,40	V < 25 km/h x 1

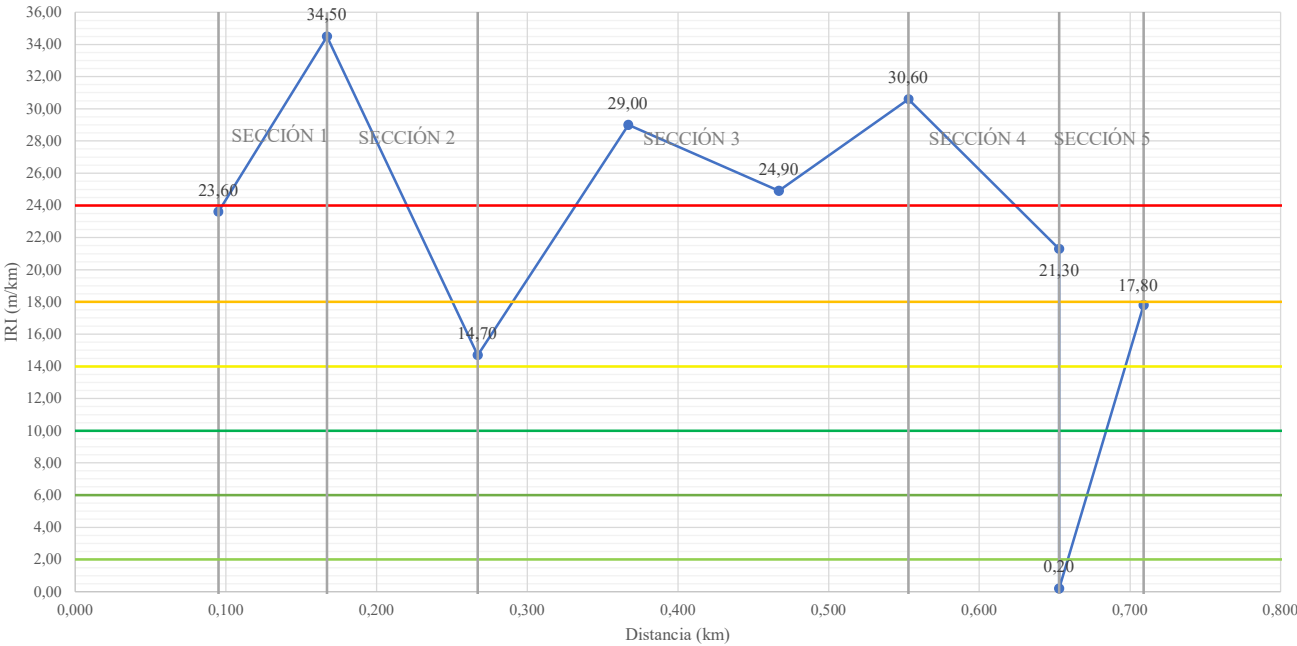
Valores promedio IRI

Sección 1:	23,60
Sección 2:	34,50
Sección 3:	24,65
Sección 4:	21,30
Sección 5:	17,80
Global:	24,46

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	10:56:19 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,100	0,100	25,10	31,00	9,9046285	-83,8611218	2031,30	
2	0,066	0,165	38,00	27,00	9,9051781	-83,8606435	2034,80	V < 25 km/h x 6
3	0,100	0,265	19,00	29,00	9,9055729	-83,8600812	2044,50	
3	0,200	0,365	18,90	27,00	9,9058723	-83,8592247	2042,50	V < 25 km/h x 1; ET1
3	0,300	0,465	20,00	27,00	9,9059899	-83,8583309	2047,00	V < 25 km/h x 2
3	0,388	0,553	32,70	27,00	9,9063525	-83,8576248	2053,60	V < 25 km/h x 5
4	0,100	0,653	41,20	25,00	9,9070872	-83,8573049	2063,80	V < 25 km/h x 8
4	0,102	0,654	25,60	24,00	9,9075117	-83,8571395	2070,40	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,713	22,30	28,00	9,9077583	-83,8570541	2078,00	V < 25 km/h x 2

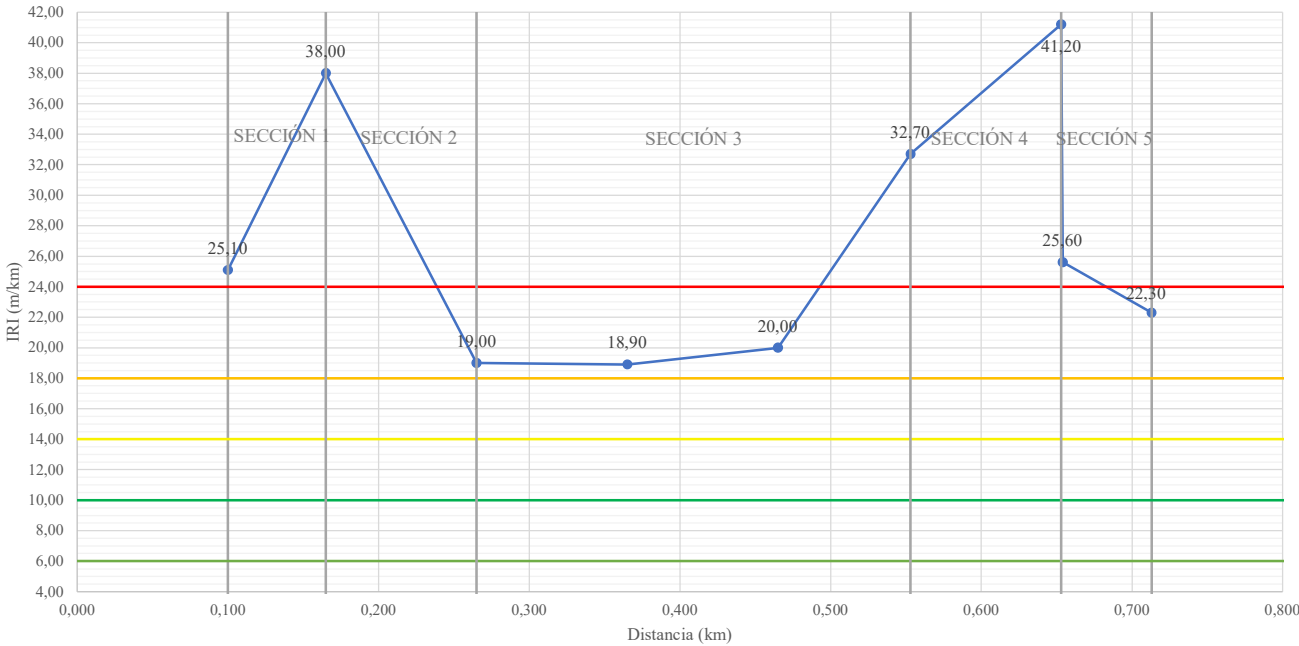
Valores promedio IRI

Sección 1:	25,10
Sección 2:	38,00
Sección 3:	22,34
Sección 4:	40,64
Sección 5:	22,30
Global:	26,80

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	11:02:07 a. m.
Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	20,80	29,00	9,9046054	-83,8611740	2029,70	
2	0,074	0,167	38,00	27,00	9,9051639	-83,8606901	2033,90	V < 25 km/h x 6
3	0,100	0,267	14,50	31,00	9,9056042	-83,8600877	2041,80	
3	0,200	0,367	24,00	29,00	9,9058853	-83,8592314	2040,10	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,467	24,80	30,00	9,9059920	-83,8583539	2049,90	
3	0,387	0,554	33,30	28,00	9,9063827	-83,8576493	2058,00	V < 25 km/h x 3
4	0,099	0,653	18,70	18,00	9,9070974	-83,8573304	2070,80	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,711	0,10	19,00	9,9077541	-83,8570825	2086,00	V < 25 km/h x 1

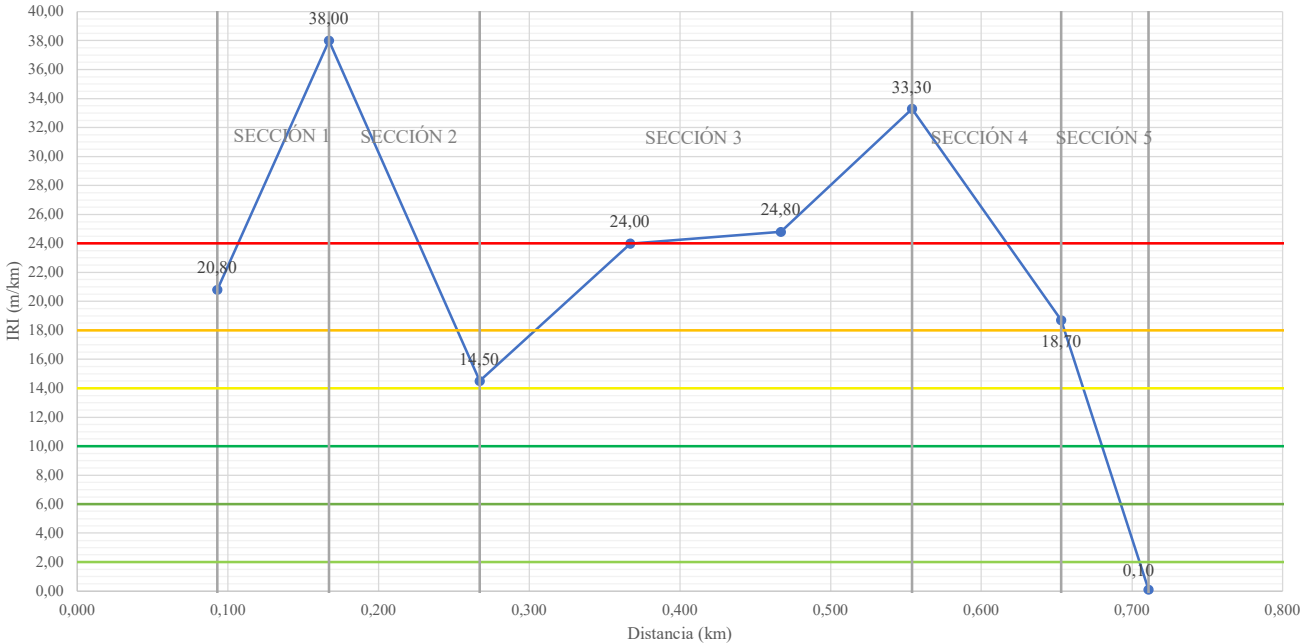
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,80
Sección 2:	38,00
Sección 3:	23,84
Sección 4:	18,70
Sección 5:	0,10
Global:	22,27

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	11:08:24 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	61,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	19,70	29,00	9,9046195	-83,8611732	2027,10	
2	0,075	0,168	28,20	27,00	9,9051753	-83,8606898	2031,50	V < 25 km/h x 1
3	0,100	0,268	16,80	31,00	9,9056100	-83,8601001	2040,10	
3	0,200	0,368	22,60	27,00	9,9058791	-83,8592445	2043,30	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,468	15,10	26,00	9,9060108	-83,8583883	2048,90	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,552	20,20	25,00	9,9063819	-83,8576800	2055,70	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,652	30,30	24,00	9,9071376	-83,8573839	2066,60	V < 25 km/h x 2
4	0,101	0,653	5,10	21,00	9,9075427	-83,8572174	2073,00	V < 25 km/h x 1
5	0,059	0,712	20,40	24,00	9,9077821	-83,8571018	2076,40	V < 25 km/h x 3

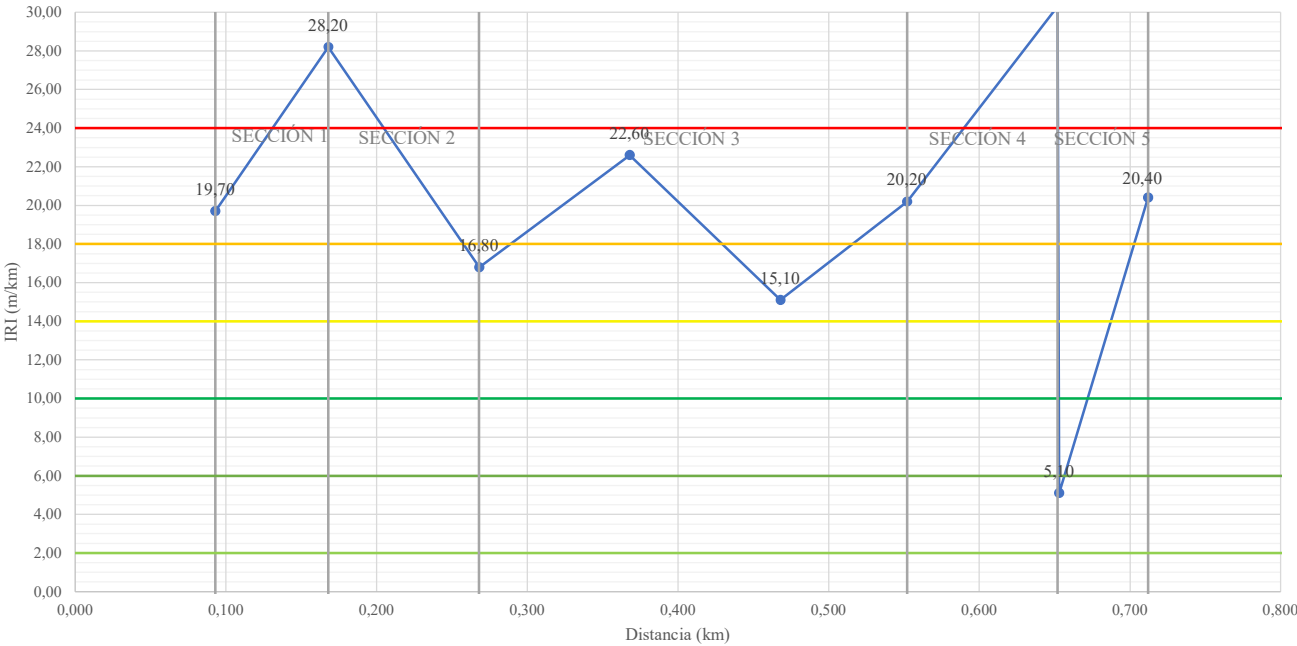
Valores promedio IRI

Sección 1:	19,70
Sección 2:	28,20
Sección 3:	18,61
Sección 4:	30,05
Sección 5:	20,40
Global:	21,53

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Hora:	11:15:14 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,094	0,094	28,30	30,00	9,9046190	-83,8611763	2026,50	
2	0,073	0,167	33,90	28,00	9,9051818	-83,8607054	2029,60	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,267	13,80	31,00	9,9056097	-83,8601022	2040,40	
3	0,200	0,367	22,80	30,00	9,9058964	-83,8592629	2047,30	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,467	26,20	28,00	9,9059851	-83,8583805	2048,90	V < 25 km/h x 1
3	0,385	0,553	35,20	27,00	9,9063836	-83,8576862	2055,30	V < 25 km/h x 5
4	0,099	0,651	36,20	26,00	9,9071140	-83,8573488	2064,50	V < 25 km/h x 5
5	0,059	0,710	38,10	26,00	9,9077586	-83,8570948	2077,00	V < 25 km/h x 1

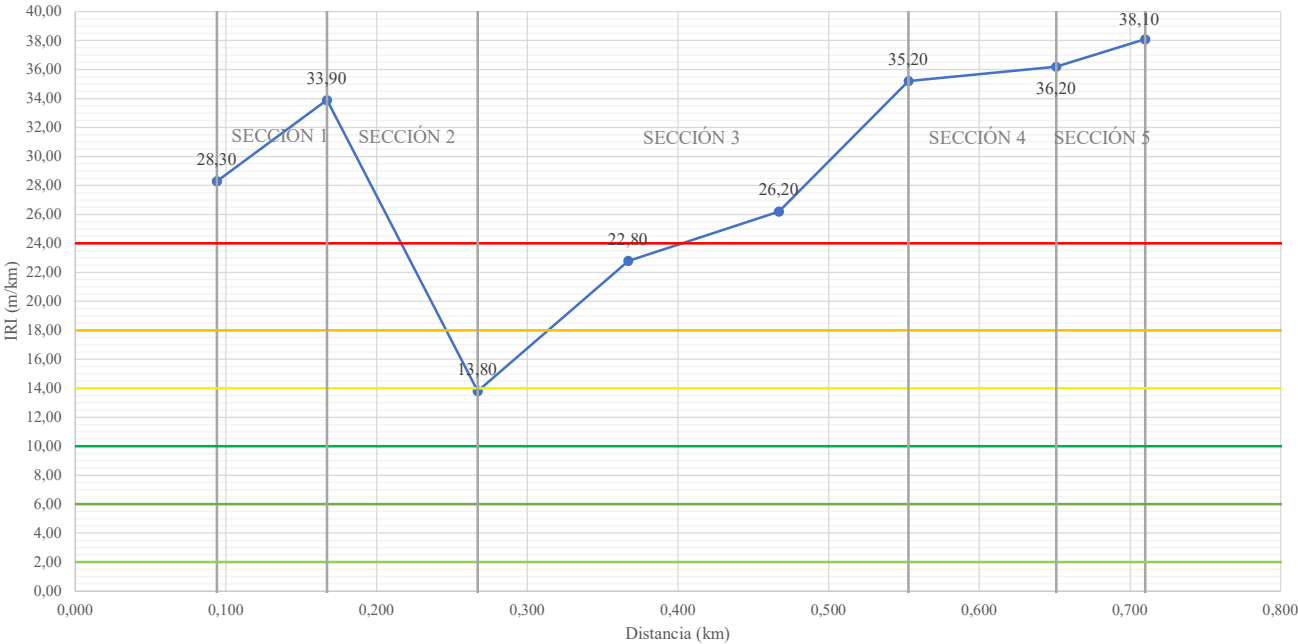
Valores promedio IRI

Sección 1:	28,30
Sección 2:	33,90
Sección 3:	24,17
Sección 4:	36,20
Sección 5:	38,10
Global:	28,50

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 15°C, viento 6 km/h
Fecha:	miércoles 1 de noviembre de 2023	Hora:	11:22:05 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	61,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	18,70	29,00	9,9046243	-83,8612024	2024,40	
2	0,074	0,166	30,60	26,00	9,9052019	-83,8607160	2027,20	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,266	15,80	33,00	9,9056266	-83,8601277	2040,90	
3	0,200	0,366	22,40	31,00	9,9059309	-83,8592780	2042,00	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,466	21,70	30,00	9,9060205	-83,8584020	2050,40	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,550	31,70	28,00	9,9063732	-83,8576792	2053,90	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,650	15,10	19,00	9,9071058	-83,8573747	2061,20	V < 25 km/h x 1
4	0,102	0,652	0,10	18,00	9,9075349	-83,8571617	2066,70	V < 25 km/h x 1
5	0,056	0,708	15,60	23,00	9,9077772	-83,8570961	2070,90	V < 25 km/h x 1

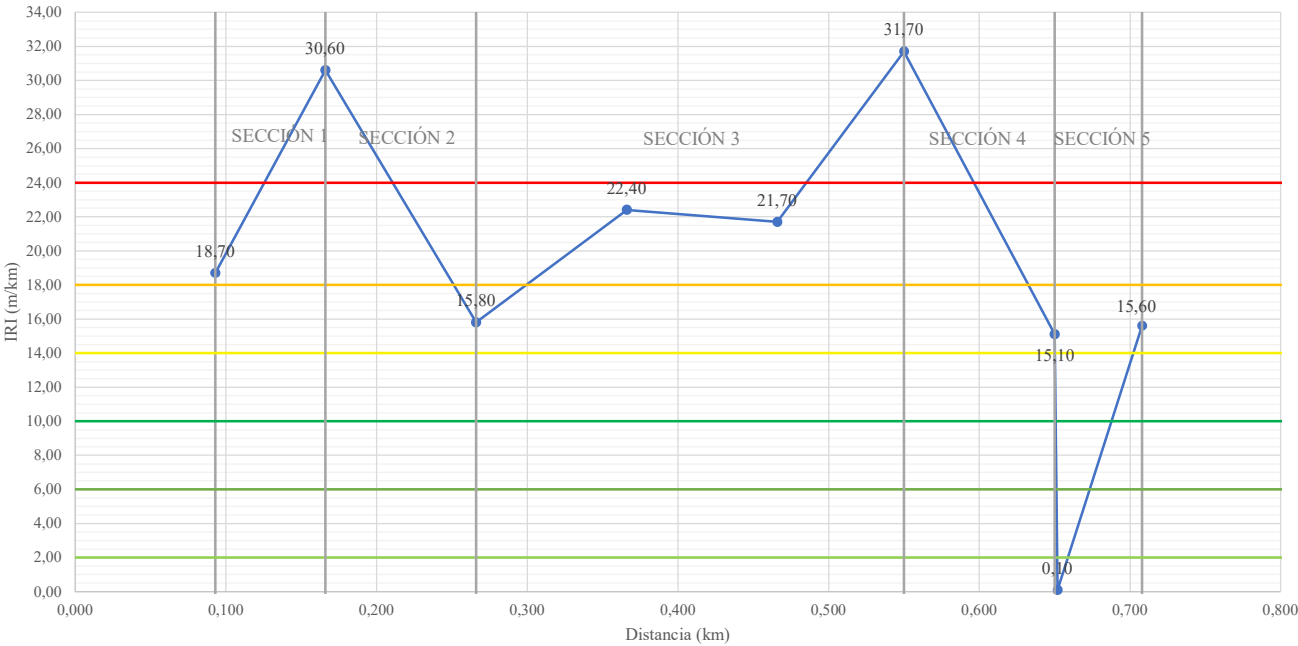
Valores promedio IRI

Sección 1:	18,70
Sección 2:	30,60
Sección 3:	22,53
Sección 4:	14,81
Sección 5:	15,60
Global:	21,20

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	08:15:03 a. m.
Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,40	41,00	9,8654520	-83,8676264	1584,20	
1	0,200	0,200	8,90	36,00	9,8650830	-83,8668025	1590,50	
1	0,300	0,300	8,50	34,00	9,8651433	-83,8659205	1588,90	
1	0,400	0,400	16,80	34,00	9,8657158	-83,8652067	1587,10	ET1
1	0,500	0,500	13,10	34,00	9,8663061	-83,8645032	1587,10	
1	0,600	0,600	11,90	35,00	9,8667632	-83,8637111	1584,80	
1	0,700	0,700	14,30	35,00	9,8672908	-83,8629638	1584,10	
1	0,800	0,800	15,50	32,00	9,8680737	-83,8625021	1589,20	
1	0,885	0,885	24,30	37,00	9,8687721	-83,8621285	1599,20	
2	0,100	0,985	17,70	29,00	9,8694520	-83,8616419	1601,00	
2	0,124	1,009	3,70	22,00	9,8699226	-83,8613350	1605,30	V < 25 km/h x 1

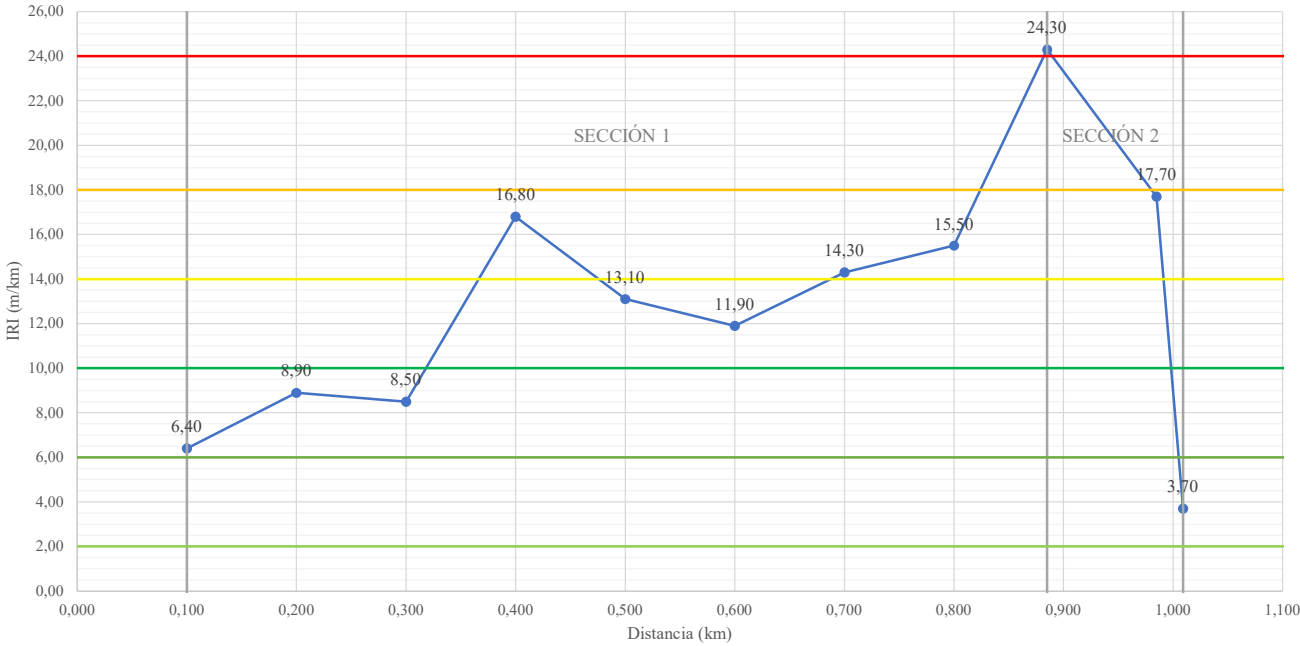
Valores promedio IRI

Sección 1:	13,11
Sección 2:	14,99
Global:	13,34

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



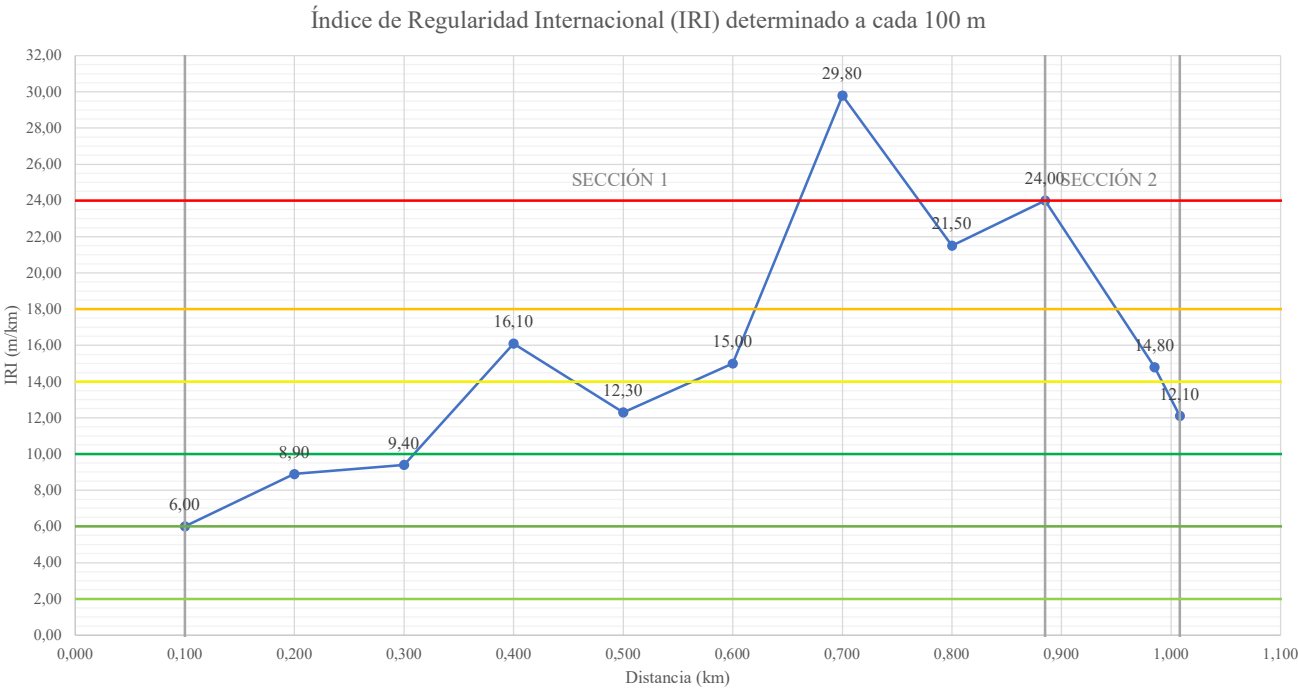
INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	08:21:29 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	187,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,00	37,00	9,8654325	-83,8675909	1577,10	
1	0,200	0,200	8,90	36,00	9,8650607	-83,8667764	1581,80	
1	0,300	0,300	9,40	36,00	9,8651247	-83,8659142	1579,80	
1	0,400	0,400	16,10	36,00	9,8657122	-83,8651970	1579,00	ET1
1	0,500	0,500	12,30	36,00	9,8663220	-83,8644897	1576,00	
1	0,600	0,600	15,00	38,00	9,8666909	-83,8636949	1571,20	
1	0,700	0,700	29,80	39,00	9,8672053	-83,8629181	1570,20	
1	0,800	0,800	21,50	33,00	9,8679446	-83,8624297	1579,80	
1	0,885	0,885	24,00	35,00	9,8687313	-83,8621150	1590,40	
2	0,100	0,985	14,80	30,00	9,8694464	-83,8616585	1593,30	
2	0,123	1,008	12,10	27,00	9,8699153	-83,8613436	1597,40	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI			Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	15,75	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular	
Sección 2:	14,30		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala	
Global:	15,57		de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala	



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	08:27:08 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,70	40,00	9,8654432	-83,8675994	1575,00	
1	0,200	0,200	13,90	38,00	9,8650741	-83,8667903	1580,20	
1	0,300	0,300	10,40	39,00	9,8651111	-83,8658952	1577,40	
1	0,400	0,400	25,50	36,00	9,8657130	-83,8651918	1576,10	ET1
1	0,500	0,500	14,70	37,00	9,8663078	-83,8644763	1575,70	
1	0,600	0,600	12,40	38,00	9,8666896	-83,8636651	1574,90	
1	0,700	0,700	20,60	38,00	9,8672284	-83,8629531	1572,50	
1	0,800	0,800	17,30	29,00	9,8680156	-83,8625032	1584,40	V < 25 km/h x 1
1	0,885	0,885	35,60	33,00	9,8687657	-83,8621261	1591,80	
2	0,100	0,985	18,20	30,00	9,8694470	-83,8616520	1593,00	
2	0,123	1,008	7,40	26,00	9,8699105	-83,8613437	1596,10	V < 25 km/h x 1

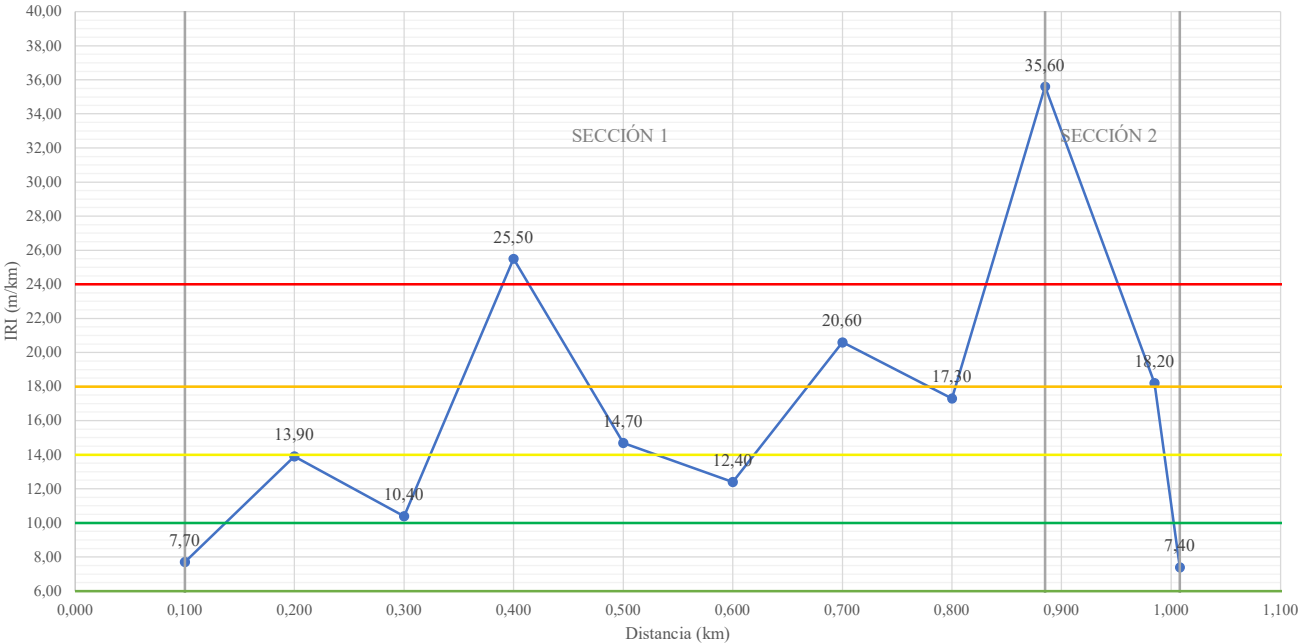
Valores promedio IRI

Sección 1:	17,26
Sección 2:	16,18
Global:	17,13

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	185,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	08:33:30 a. m.
Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,20	41,00	9,8654417	-83,8676031	1577,00	ET1
1	0,200	0,200	11,50	40,00	9,8650774	-83,8667763	1582,20	
1	0,300	0,300	9,30	41,00	9,8651045	-83,8658803	1582,90	
1	0,400	0,400	12,00	36,00	9,8656990	-83,8651979	1580,40	
1	0,500	0,500	19,90	40,00	9,8663111	-83,8644889	1577,50	
1	0,600	0,600	23,20	39,00	9,8666867	-83,8636645	1573,50	
1	0,700	0,700	22,30	40,00	9,8672204	-83,8629494	1573,30	
1	0,800	0,800	22,40	35,00	9,8680038	-83,8625064	1585,30	
1	0,885	0,885	22,00	36,00	9,8687485	-83,8621175	1592,90	
2	0,100	0,985	26,50	30,00	9,8694256	-83,8616441	1596,20	
2	0,122	1,007	12,40	26,00	9,8698919	-83,8613361	1598,40	

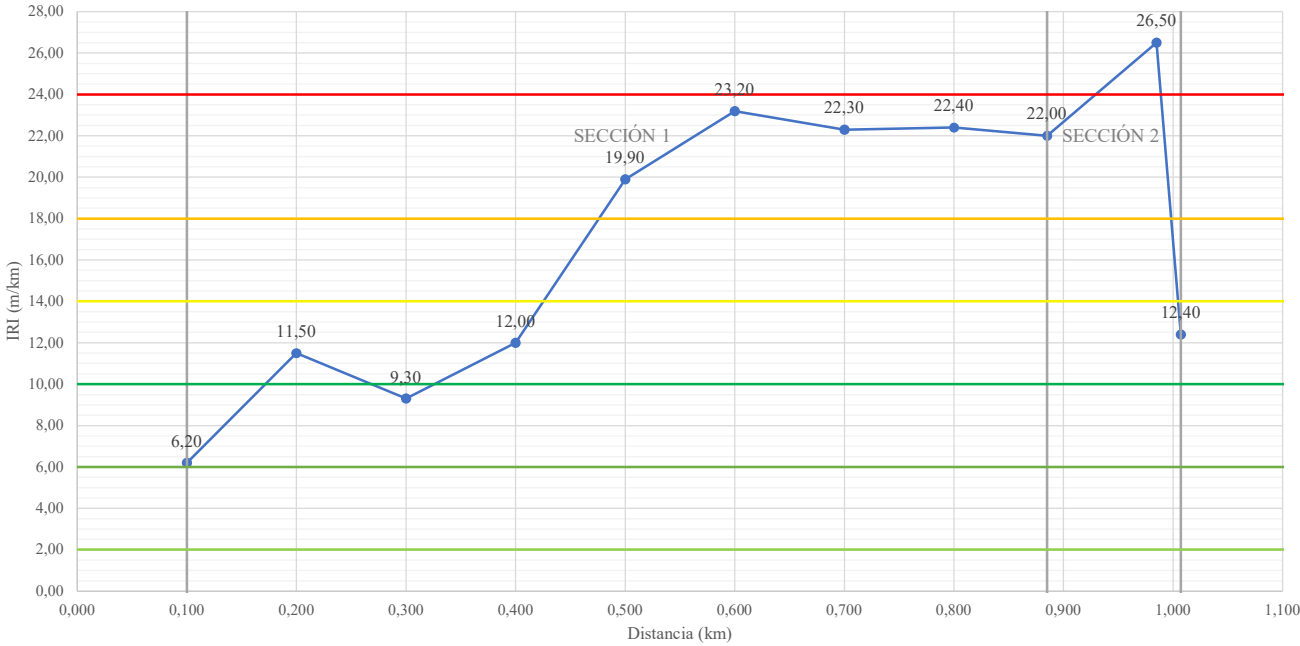
Valores promedio IRI

Sección 1:	16,44
Sección 2:	23,96
Global:	17,35

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	08:39:11 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 5
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		Equipo: ARRB Roughometer III
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		Medición de IRI en una única huella (izquierda)
Conductor:	Fabio Badilla López		Superficie de ruedo de lastre
Operador:	Jesús Fernández Mesén		No presenta singularidades
Lead in:	185,00 m		Velocidad de medición meta: 30 km/h
			Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	6,30	38,00	9,8654500	-83,8675844	1577,10	
1	0,200	0,200	9,10	34,00	9,8650749	-83,8667651	1583,90	
1	0,300	0,300	9,80	36,00	9,8651300	-83,8659280	1584,00	
1	0,400	0,400	13,90	34,00	9,8657082	-83,8651941	1581,20	ET1
1	0,500	0,500	11,00	34,00	9,8663122	-83,8644751	1577,60	
1	0,600	0,600	15,40	35,00	9,8667022	-83,8636611	1573,60	
1	0,700	0,700	21,40	36,00	9,8672450	-83,8629387	1567,60	
1	0,800	0,800	18,40	30,00	9,8680248	-83,8624894	1580,70	V < 25 km/h x 1
1	0,885	0,885	25,90	37,00	9,8687502	-83,8621241	1591,80	
2	0,100	0,985	31,60	33,00	9,8694194	-83,8616530	1595,10	
2	0,123	1,007	20,50	31,00	9,8698884	-83,8613443	1598,70	

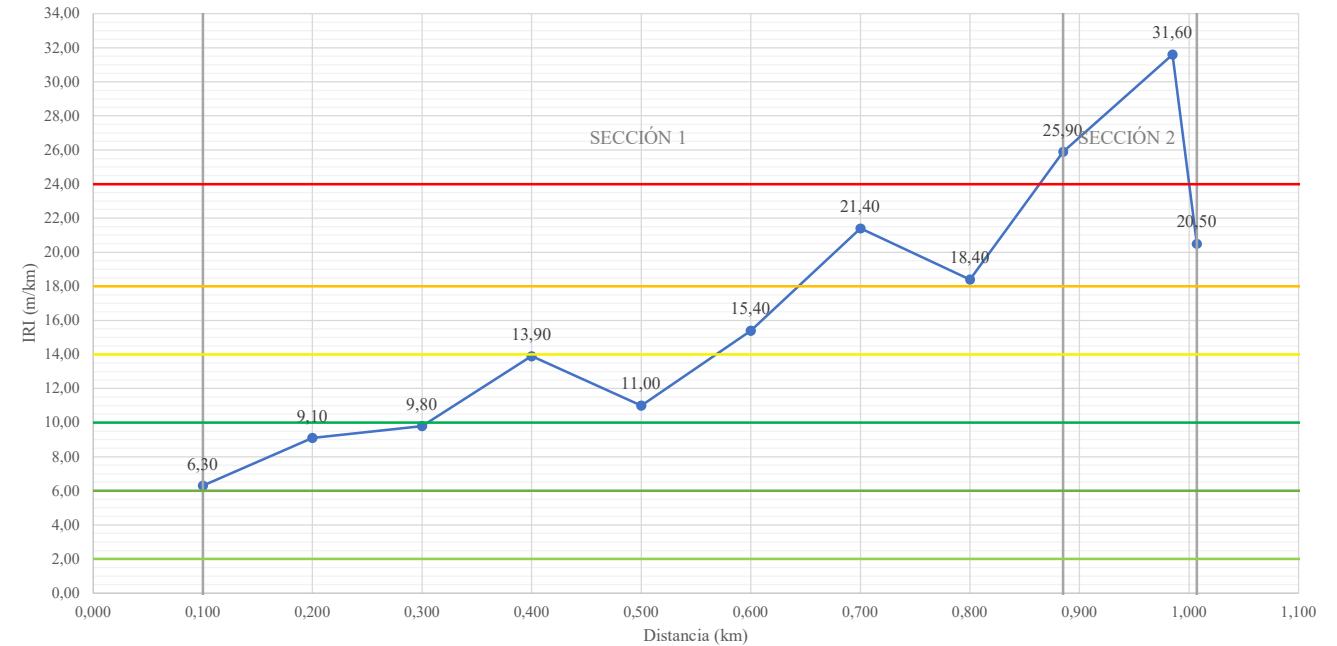
Valores promedio IRI

Sección 1:	14,39
Sección 2:	29,36
Global:	16,23

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	08:44:57 a. m.
Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	7,90	41,00	9,8654347	-83,8675726	1575,80	
1	0,200	0,200	9,30	38,00	9,8650700	-83,8667497	1582,70	
1	0,300	0,300	11,00	40,00	9,8651421	-83,8658491	1581,00	
1	0,400	0,400	27,00	39,00	9,8657384	-83,8651490	1579,50	ET1
1	0,500	0,500	13,00	39,00	9,8663324	-83,8644500	1576,60	
1	0,600	0,600	30,50	41,00	9,8667218	-83,8636759	1573,00	
1	0,700	0,700	25,30	40,00	9,8672345	-83,8629127	1572,90	
1	0,800	0,800	28,80	34,00	9,8680221	-83,8624746	1587,40	
1	0,883	0,883	34,90	39,00	9,8687692	-83,8621117	1593,40	
2	0,100	0,983	31,90	35,00	9,8694474	-83,8616474	1594,40	
2	0,122	1,005	18,60	30,00	9,8699046	-83,8613384	1598,10	

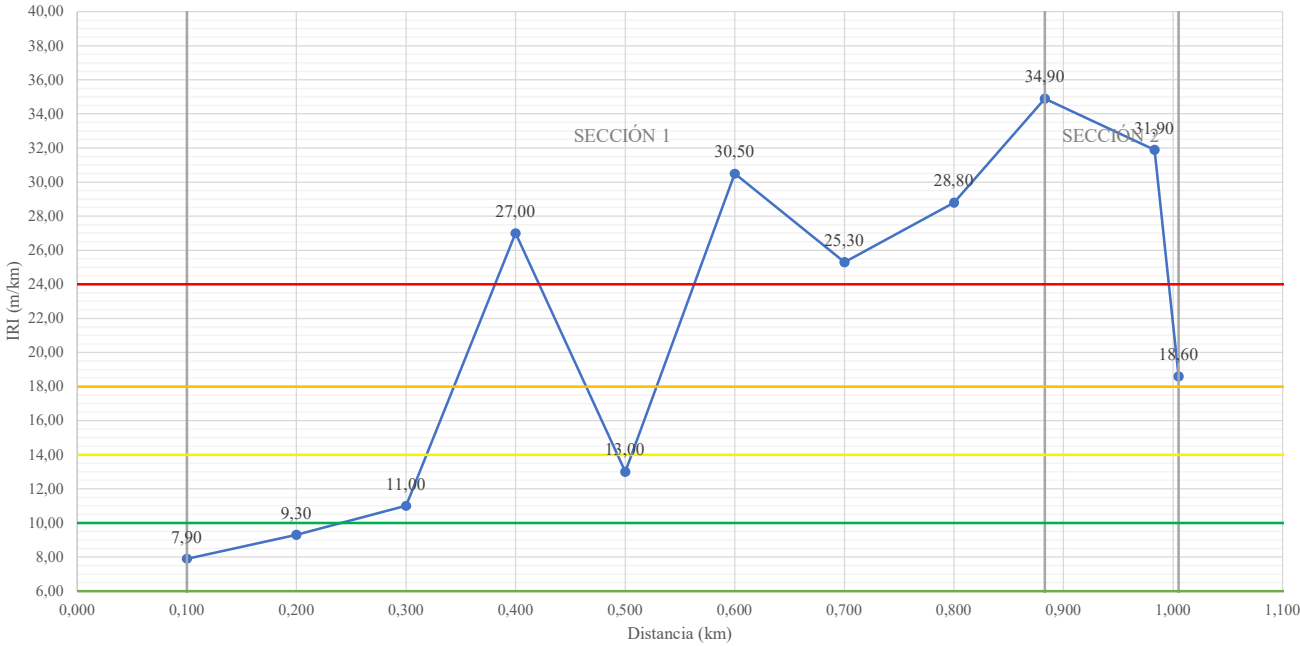
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,59
Sección 2:	29,50
Global:	21,67

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



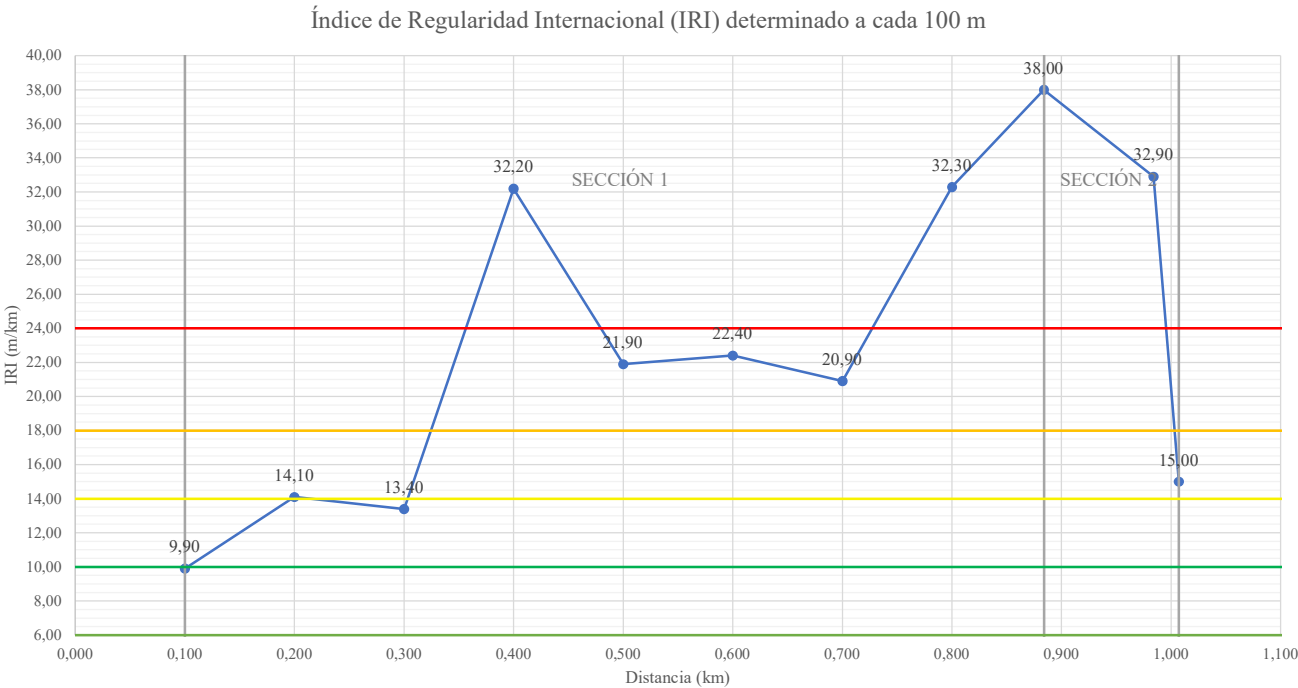
INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro	Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	08:50:35 a. m.
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)	Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	185,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	9,90	43,00	9,8654440	-83,8675870	1576,30	ET1
1	0,200	0,200	14,10	41,00	9,8650679	-83,8667685	1583,50	
1	0,300	0,300	13,40	42,00	9,8651288	-83,8658804	1579,80	
1	0,400	0,400	32,20	39,00	9,8657185	-83,8652006	1580,00	
1	0,500	0,500	21,90	38,00	9,8663132	-83,8644774	1575,90	
1	0,600	0,600	22,40	41,00	9,8666766	-83,8636365	1572,20	
1	0,700	0,700	20,90	43,00	9,8672327	-83,8629382	1569,70	
1	0,800	0,800	32,30	38,00	9,8680105	-83,8624797	1586,90	
1	0,884	0,884	38,00	40,00	9,8687716	-83,8621227	1591,00	
2	0,100	0,984	32,90	35,00	9,8694422	-83,8616541	1594,90	
2	0,123	1,007	15,00	29,00	9,8698935	-83,8613374	1595,80	

Valores promedio IRI			Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	22,51		Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Sección 2:	29,55			de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
Global:	23,37			de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	184,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	08:55:41 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes) Evento Temporal 2 (ET2): Vehículo en sentido contrario

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	8,90	41,00	9,8654433	-83,8676019	1575,90	
1	0,200	0,200	11,60	38,00	9,8650696	-83,8667800	1582,60	
1	0,300	0,300	12,30	41,00	9,8651232	-83,8658755	1580,30	
1	0,400	0,400	9,00	37,00	9,8657013	-83,8651691	1581,40	ET1
1	0,500	0,500	15,70	37,00	9,8663030	-83,8644720	1578,20	
1	0,600	0,600	22,80	39,00	9,8666963	-83,8636717	1574,20	
1	0,700	0,700	29,10	39,00	9,8672507	-83,8629478	1573,10	
1	0,800	0,800	36,10	36,00	9,8680331	-83,8625356	1583,80	ET2
1	0,886	0,886	33,20	39,00	9,8687527	-83,8621350	1592,80	
2	0,100	0,986	33,30	32,00	9,8694477	-83,8616498	1596,20	
2	0,122	1,008	28,30	29,00	9,8698948	-83,8613323	1598,80	

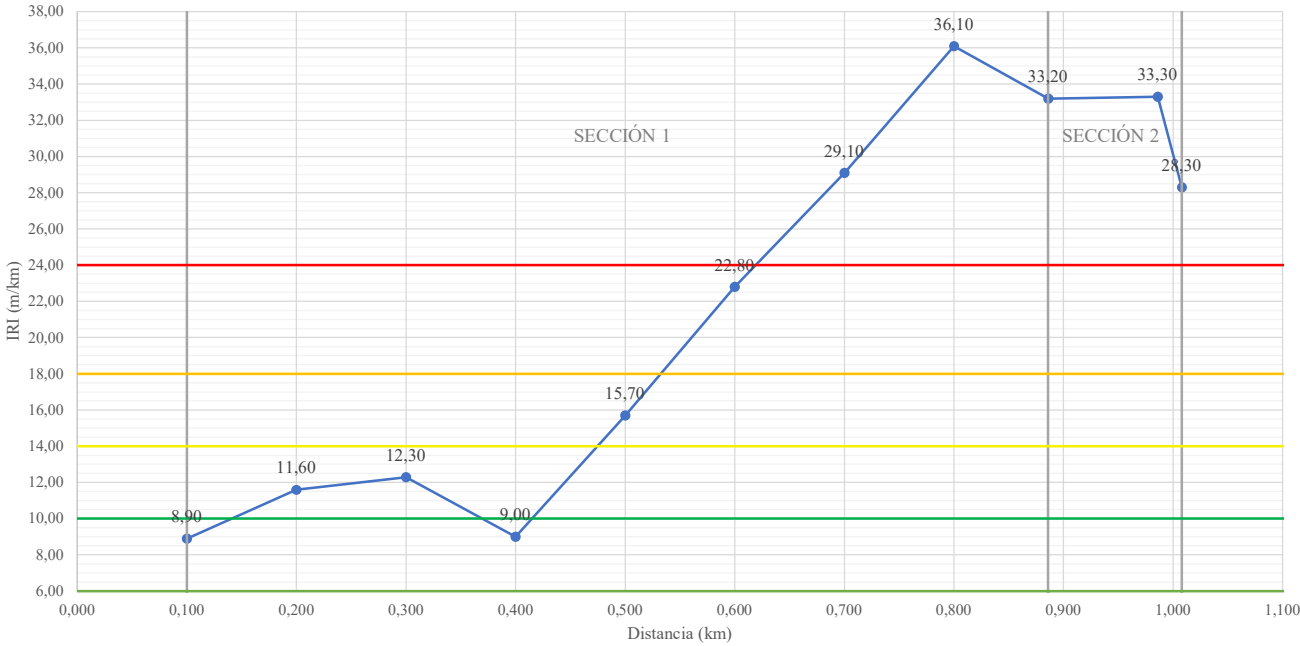
Valores promedio IRI

Sección 1:	19,64
Sección 2:	32,40
Global:	21,19

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	186,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	09:01:37 a. m.
Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	10,80	42,00	9,8654321	-83,8675745	1574,40	
1	0,200	0,200	16,50	38,00	9,8650616	-83,8667563	1583,00	
1	0,300	0,300	10,30	39,00	9,8651271	-83,8658607	1581,10	
1	0,400	0,400	18,20	35,00	9,8657374	-83,8651772	1580,10	ET1
1	0,500	0,500	16,60	35,00	9,8663266	-83,8644833	1575,50	
1	0,600	0,600	24,40	37,00	9,8667069	-83,8636654	1575,80	
1	0,700	0,700	31,40	40,00	9,8672726	-83,8629627	1575,50	
1	0,800	0,800	25,80	37,00	9,8680115	-83,8625094	1589,50	
1	0,885	0,885	28,70	39,00	9,8687612	-83,8621194	1590,70	
2	0,100	0,985	28,20	35,00	9,8694411	-83,8616515	1589,40	
2	0,122	1,007	12,40	32,00	9,8698948	-83,8613430	1594,10	

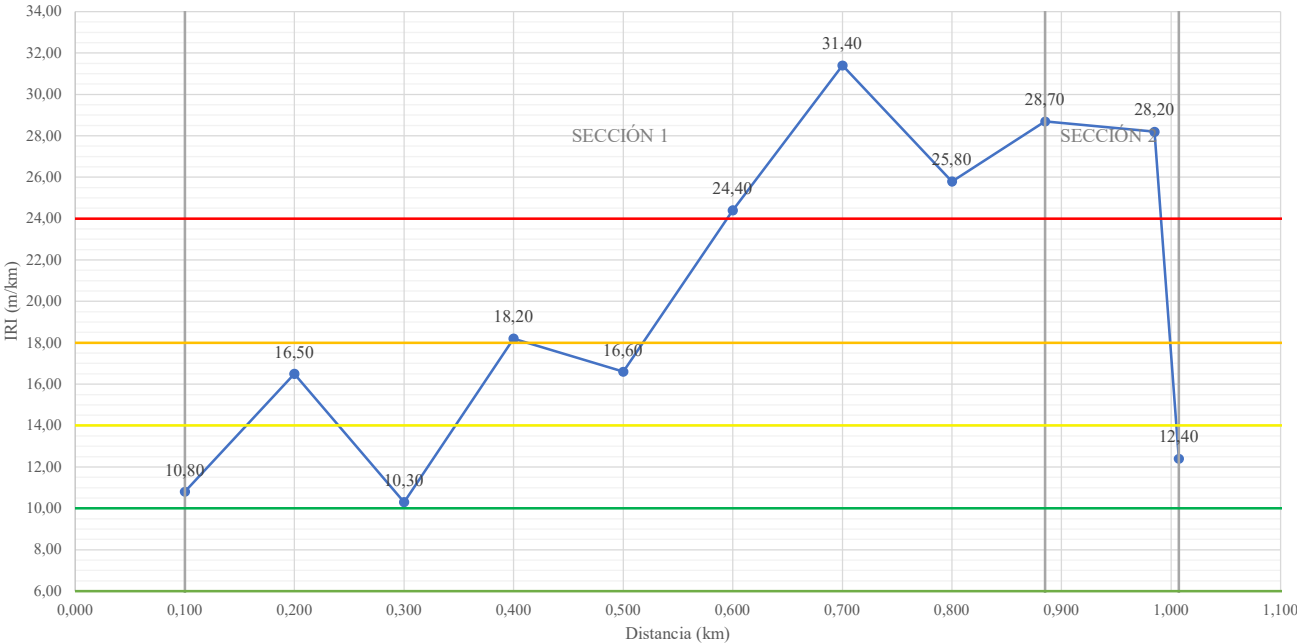
Valores promedio IRI

Sección 1:	20,16
Sección 2:	25,35
Global:	20,79

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle El Cerro
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (100 m del Rest. Vista Paraíso)
Hasta:	Marcador PT (220 m del cruce C. Las Praderas)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	183,00 m

Clima:	Soleado, 19°C, viento 5 km/h
Hora:	09:07:08 a. m.
Observaciones:	Iteración 10 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h Evento Temporal 1 (ET1): Obras en la vía (intervención de drenajes)

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,100	0,100	9,50	42,00	9,8654450	-83,8675997	1576,90	
1	0,200	0,200	17,30	42,00	9,8650618	-83,8667960	1581,60	
1	0,300	0,300	11,60	42,00	9,8650972	-83,8658943	1579,60	
1	0,400	0,400	25,50	40,00	9,8657043	-83,8651950	1580,00	ET1
1	0,500	0,500	19,90	39,00	9,8662842	-83,8644865	1576,00	
1	0,600	0,600	20,70	39,00	9,8667081	-83,8636918	1568,80	
1	0,700	0,700	22,50	40,00	9,8672885	-83,8629895	1566,70	
1	0,800	0,800	22,00	33,00	9,8680542	-83,8625229	1574,00	
1	0,887	0,887	27,00	35,00	9,8687742	-83,8621287	1580,40	
2	0,100	0,987	20,60	31,00	9,8694482	-83,8616537	1583,20	
2	0,121	1,009	11,50	26,00	9,8698899	-83,8613451	1588,40	V < 25 km/h x 1

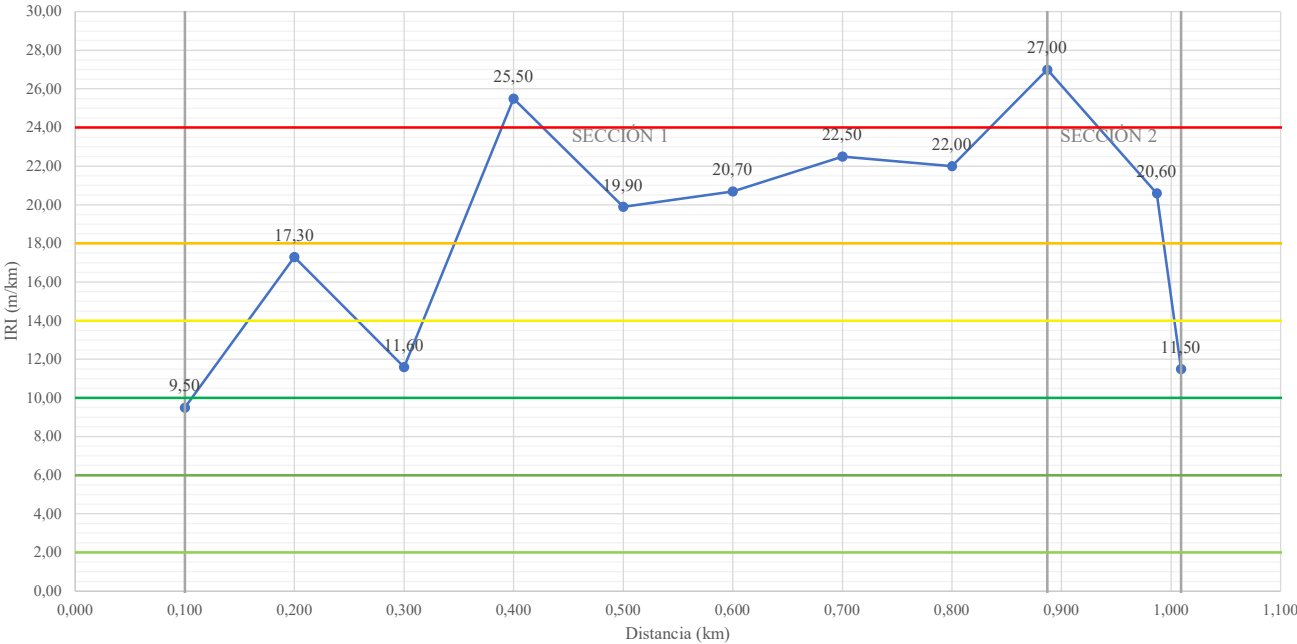
Valores promedio IRI

Sección 1:	19,45
Sección 2:	19,12
Global:	19,39

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	10:43:31 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 1 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	62,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,094	0,094	41,10	26,00	9,9045905	-83,8611749	2023,20	V < 25 km/h x 1
2	0,070	0,164	41,00	26,00	9,9051298	-83,8606778	2026,20	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,264	45,20	31,00	9,9055532	-83,8600832	2036,80	
3	0,200	0,364	28,20	27,00	9,9058699	-83,8592638	2036,20	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,464	33,10	28,00	9,9059650	-83,8583802	2042,70	V < 25 km/h x 5
3	0,388	0,551	33,10	27,00	9,9063322	-83,8576646	2048,00	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,651	31,20	25,00	9,9070864	-83,8573265	2055,50	V < 25 km/h x 5
4	0,107	0,658	19,30	25,00	9,9075296	-83,8571438	2061,80	V < 25 km/h x 1
5	0,055	0,713	30,20	27,00	9,9077787	-83,8570642	2066,70	V < 25 km/h x 1

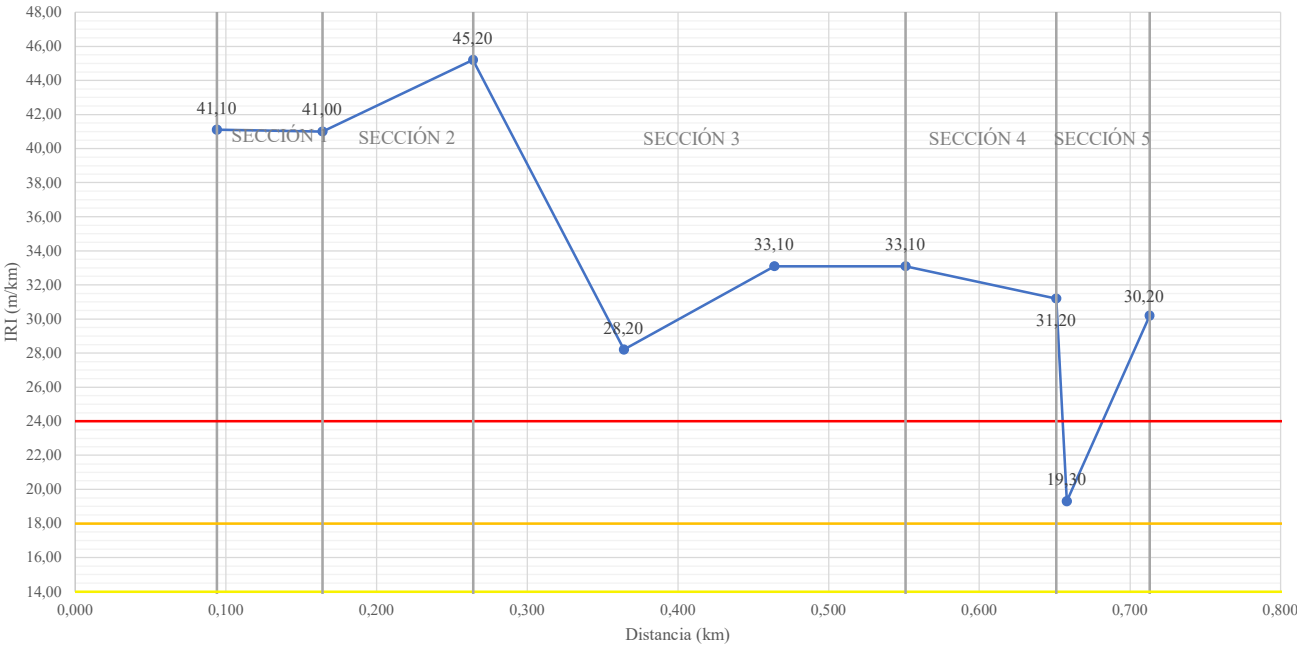
Valores promedio IRI

Sección 1:	41,10
Sección 2:	41,00
Sección 3:	34,87
Sección 4:	30,42
Sección 5:	30,20
Global:	35,31

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Hora:	10:04:05 a. m.
Observaciones:	Iteración 2 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,094	0,094	45,50	28,00	9,9045818	-83,8611526	2022,60	V < 25 km/h x 2
2	0,074	0,169	40,30	26,00	9,9051560	-83,8606714	2027,40	V < 25 km/h x 7
3	0,100	0,269	37,20	31,00	9,9055842	-83,8600842	2032,10	
3	0,200	0,369	29,50	28,00	9,9058615	-83,8592150	2034,50	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,469	24,30	26,00	9,9059555	-83,8583355	2044,40	V < 25 km/h x 1
3	0,384	0,552	22,40	26,00	9,9063220	-83,8576459	2047,50	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,652	28,80	24,00	9,9070656	-83,8573180	2055,70	V < 25 km/h x 4
4	0,100	0,653	39,90	23,00	9,9074767	-83,8571412	2065,00	
5	0,062	0,714	23,70	26,00	9,9077261	-83,8570567	2069,10	V < 25 km/h x 1

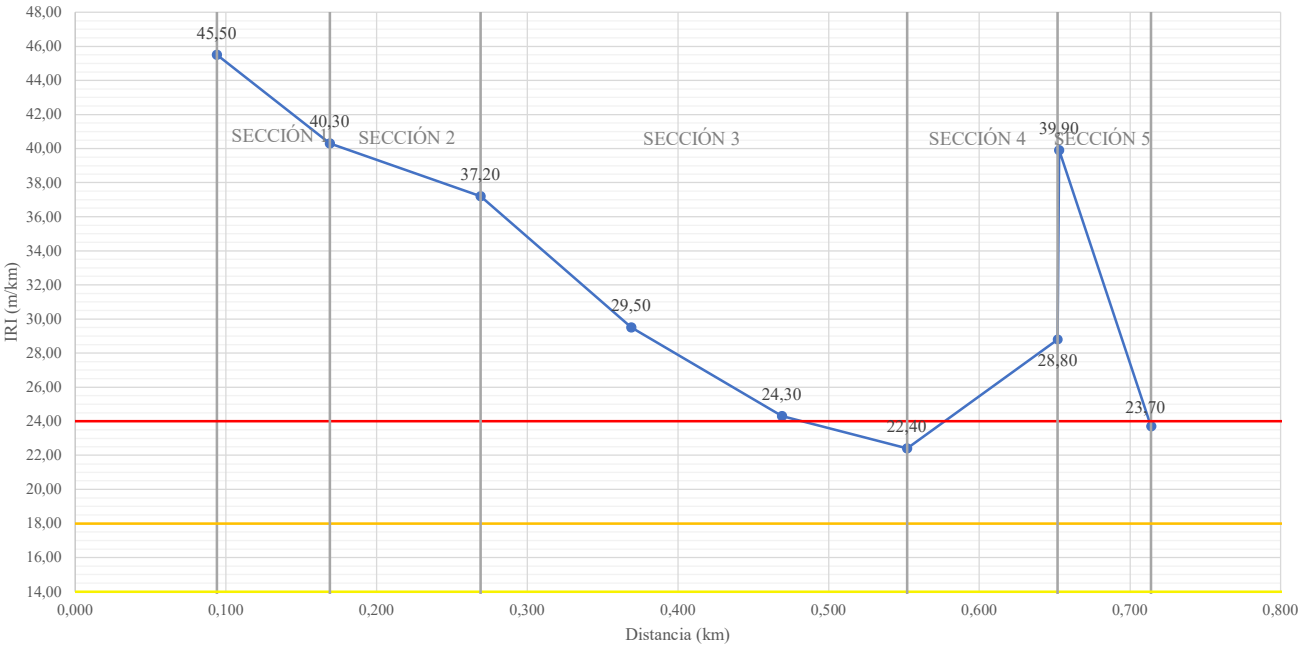
Valores promedio IRI

Sección 1:	45,50
Sección 2:	40,30
Sección 3:	28,54
Sección 4:	29,20
Sección 5:	23,70
Global:	31,69

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Hora:	10:10:29 a. m.
Observaciones:	Iteración 3 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

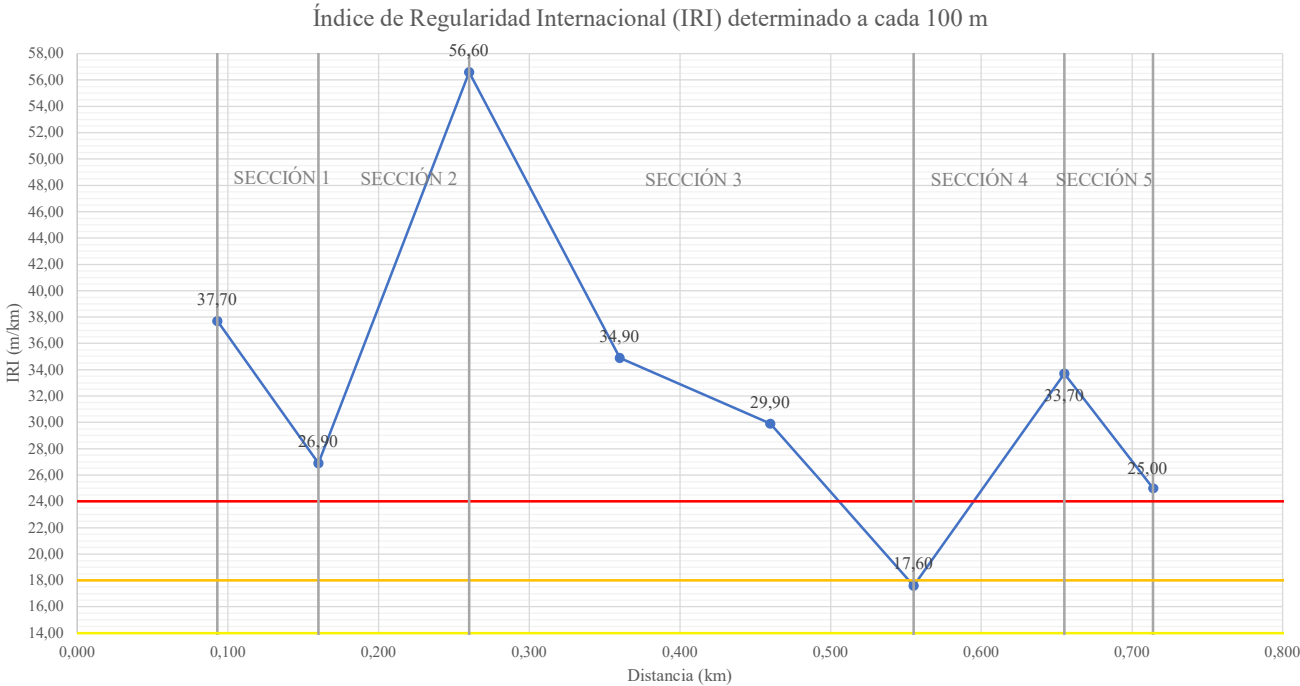
ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	37,70	26,00	9,9045892	-83,8611649	2027,50	V < 25 km/h x 2
2	0,068	0,160	26,90	25,00	9,9051288	-83,8606992	2029,60	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,260	56,60	30,00	9,9055613	-83,8601650	2041,70	
3	0,200	0,360	34,90	27,00	9,9058400	-83,8592993	2049,00	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,460	29,90	27,00	9,9059750	-83,8584350	2049,10	V < 25 km/h x 1
3	0,395	0,555	17,60	25,00	9,9063190	-83,8576677	2053,80	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,655	33,70	24,00	9,9070933	-83,8573269	2064,40	V < 25 km/h x 5
5	0,059	0,714	25,00	25,00	9,9077544	-83,8570789	2077,30	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI

Sección 1:	37,70
Sección 2:	26,90
Sección 3:	34,97
Sección 4:	33,70
Sección 5:	25,00
Global:	33,56

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	10:16:44 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 4 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	63,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,094	0,094	51,40	27,00	9,9046080	-83,8611671	2022,30	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,165	40,20	25,00	9,9051645	-83,8606949	2023,50	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,265	53,00	31,00	9,9055956	-83,8601191	2030,70	
3	0,200	0,365	40,60	28,00	9,9058842	-83,8592697	2035,70	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,465	21,80	26,00	9,9060062	-83,8584069	2041,70	V < 25 km/h x 2
3	0,387	0,553	18,90	25,00	9,9063604	-83,8577058	2049,50	V < 25 km/h x 1
4	0,099	0,651	18,90	23,00	9,9071074	-83,8573681	2058,50	V < 25 km/h x 1
5	0,062	0,713	20,40	24,00	9,9077613	-83,8570867	2073,80	V < 25 km/h x 1

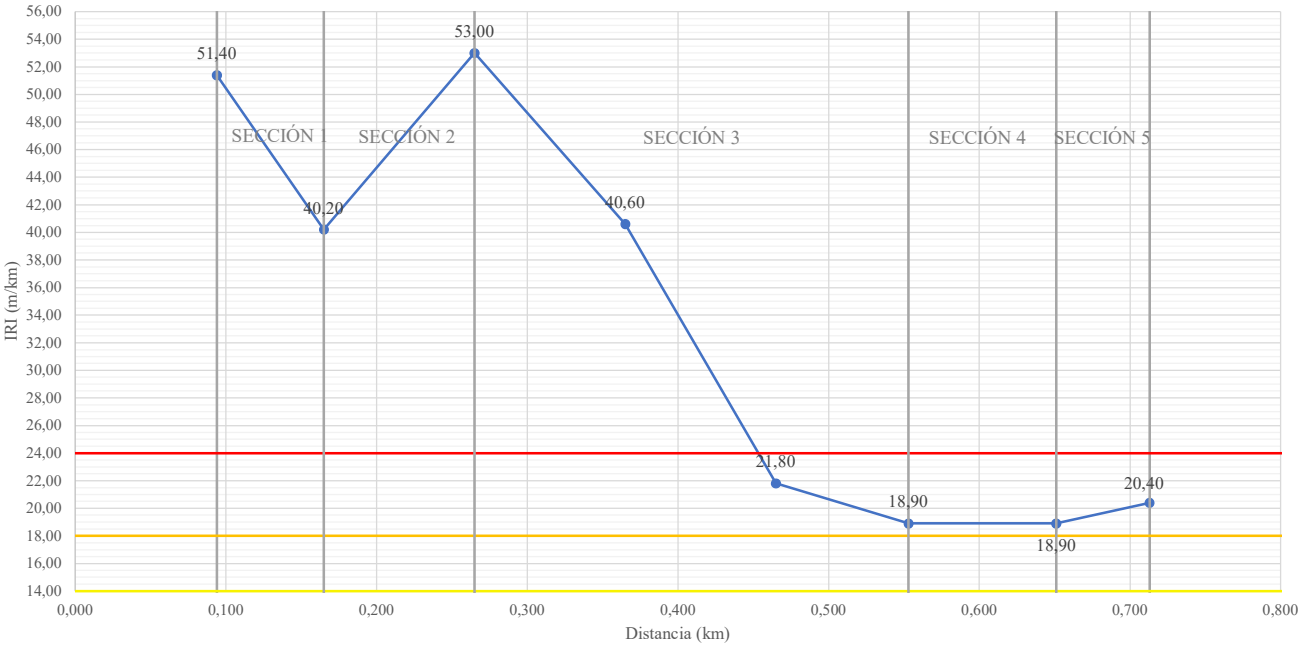
Valores promedio IRI

Sección 1:	51,40
Sección 2:	40,20
Sección 3:	34,12
Sección 4:	18,90
Sección 5:	20,40
Global:	33,67

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	10:24:33 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 5 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	62,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	31,10	26,00	9,9046153	-83,8611687	2021,90	V < 25 km/h x 1
2	0,069	0,162	25,20	24,00	9,9051606	-83,8607116	2028,20	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,262	58,80	30,00	9,9055706	-83,8601276	2035,80	V < 25 km/h x 1
3	0,200	0,362	37,60	27,00	9,9058782	-83,8592960	2036,40	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,462	24,80	27,00	9,9059751	-83,8584308	2043,80	V < 25 km/h x 1
3	0,389	0,551	17,00	24,00	9,9063334	-83,8576950	2051,70	V < 25 km/h x 1
4	0,100	0,651	14,70	23,00	9,9070949	-83,8573766	2063,50	V < 25 km/h x 3
4	0,156	0,707	20,40	25,00	9,9077203	-83,8570964	2075,10	V < 25 km/h x 3
5	0,054	0,761	20,00	24,00	9,9082053	-83,8570971	2080,50	V < 25 km/h x 2

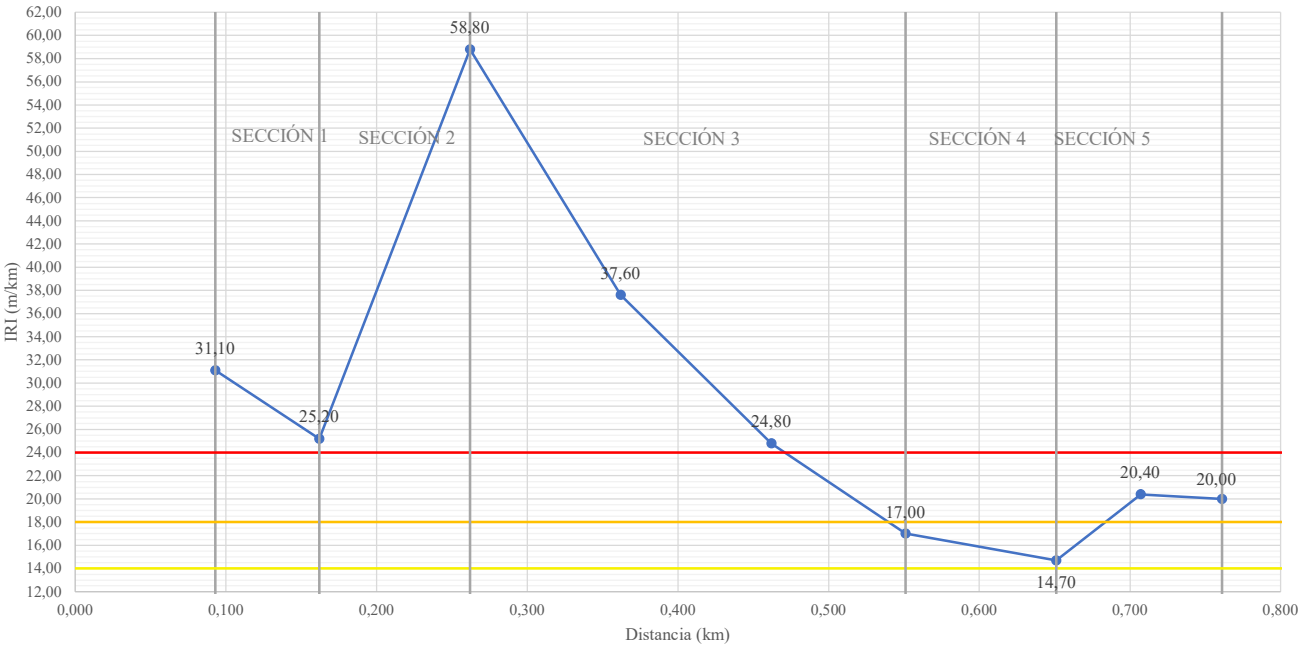
Valores promedio IRI

Sección 1:	31,10
Sección 2:	25,20
Sección 3:	35,05
Sección 4:	16,75
Sección 5:	20,00
Global:	28,85

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Nublado, 13°C, viento 2 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	10:31:40 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 6 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	61,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

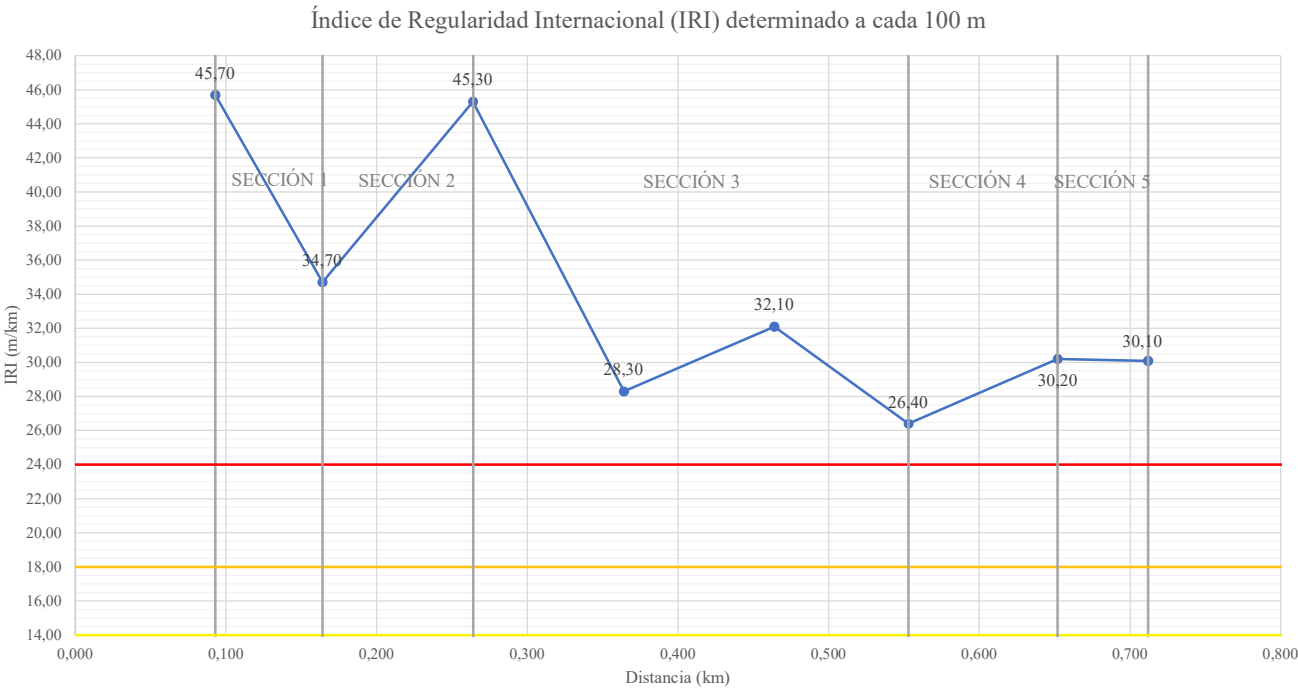
ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
1	0,093	0,093	45,70	27,00	9,9046211	-83,8611866	2019,70	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,164	34,70	25,00	9,9051542	-83,8607083	2027,30	V < 25 km/h x 3
3	0,100	0,264	45,30	31,00	9,9055886	-83,8601346	2038,20	
3	0,200	0,364	28,30	27,00	9,9058683	-83,8592871	2044,40	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,464	32,10	27,00	9,9059942	-83,8584089	2047,50	V < 25 km/h x 1
3	0,390	0,553	26,40	25,00	9,9063534	-83,8576811	2055,90	V < 25 km/h x 1
4	0,099	0,652	30,20	24,00	9,9071134	-83,8573655	2067,30	V < 25 km/h x 5
5	0,060	0,712	30,10	26,00	9,9077772	-83,8571151	2074,80	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI

Sección 1:	45,70
Sección 2:	34,70
Sección 3:	33,13
Sección 4:	30,20
Sección 5:	30,10
Global:	34,31

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	62,00 m

Clima:	Soleado, 13°C, viento 2 km/h
Hora:	10:37:35 a. m.
Observaciones:	Iteración 7 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	55,20	28,00	9,9046288	-83,8611954	2024,10	
2	0,072	0,165	44,10	27,00	9,9051792	-83,8607094	2027,70	V < 25 km/h x 5
3	0,100	0,265	37,30	32,00	9,9056032	-83,8601396	2036,20	
3	0,200	0,365	33,20	29,00	9,9059042	-83,8592912	2036,20	V < 25 km/h x 1
3	0,300	0,465	17,70	26,00	9,9060054	-83,8584333	2044,60	V < 25 km/h x 1
3	0,388	0,553	27,50	26,00	9,9063649	-83,8576949	2052,40	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,653	21,30	24,00	9,9071207	-83,8573544	2061,00	V < 25 km/h x 5
4	0,101	0,654	35,30	24,00	9,9075191	-83,8571736	2069,10	
5	0,058	0,711	21,60	26,00	9,9077596	-83,8570975	2073,30	V < 25 km/h x 1

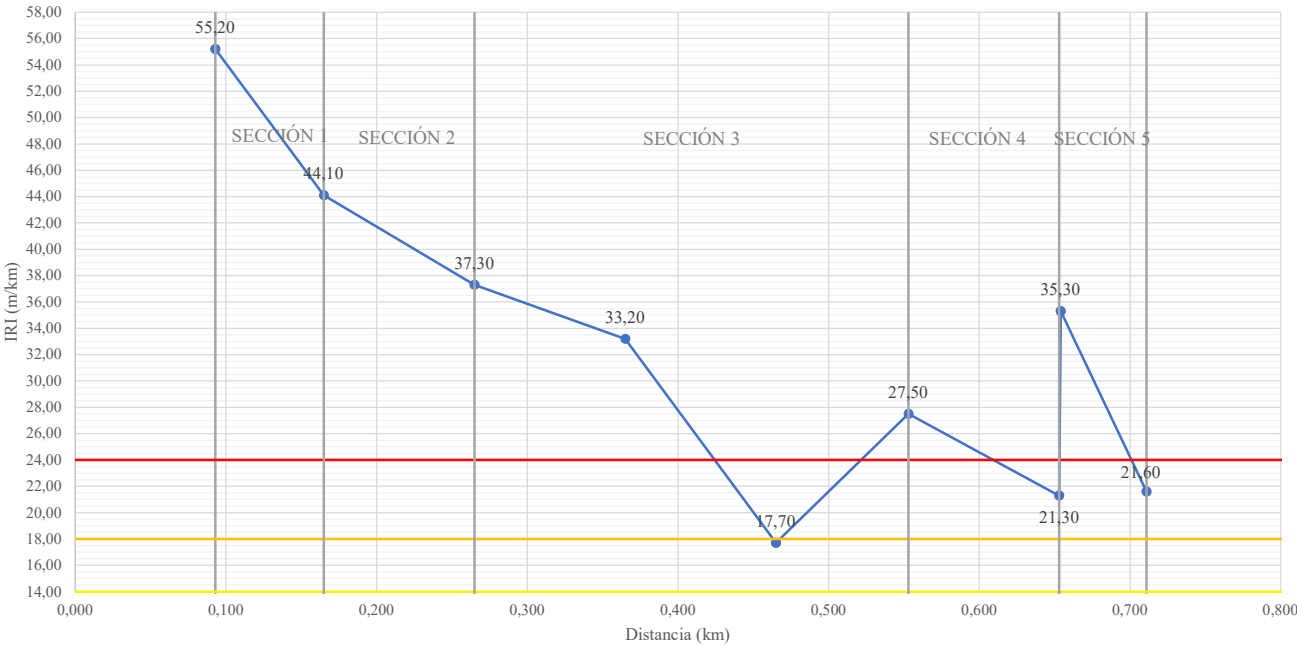
Valores promedio IRI

Sección 1:	55,20
Sección 2:	44,10
Sección 3:	28,97
Sección 4:	21,44
Sección 5:	21,60
Global:	32,27

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:	Calle Jaules
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)
Conductor:	Fabio Badilla López
Operador:	Jesús Fernández Mesén
Lead in:	63,00 m

Clima:	Soleado, 13°C, viento 2 km/h
Hora:	10:43:57 a. m.
Observaciones:	Iteración 8 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,094	0,094	44,10	27,00	9,9046315	-83,8611773	2024,50	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,165	48,50	26,00	9,9051712	-83,8607166	2026,40	V < 25 km/h x 5
3	0,100	0,265	40,30	29,00	9,9056015	-83,8601537	2038,10	
3	0,200	0,365	30,80	28,00	9,9059109	-83,8592940	2040,70	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,465	27,70	27,00	9,9060053	-83,8584288	2043,70	V < 25 km/h x 2
3	0,388	0,553	17,90	24,00	9,9063752	-83,8577026	2051,50	V < 25 km/h x 2
4	0,100	0,653	14,00	23,00	9,9071270	-83,8573813	2060,70	V < 25 km/h x 2
4	0,101	0,653	2,90	26,00	9,9075358	-83,8571753	2070,50	
5	0,058	0,712	23,70	28,00	9,9077584	-83,8570831	2077,80	V < 25 km/h x 5

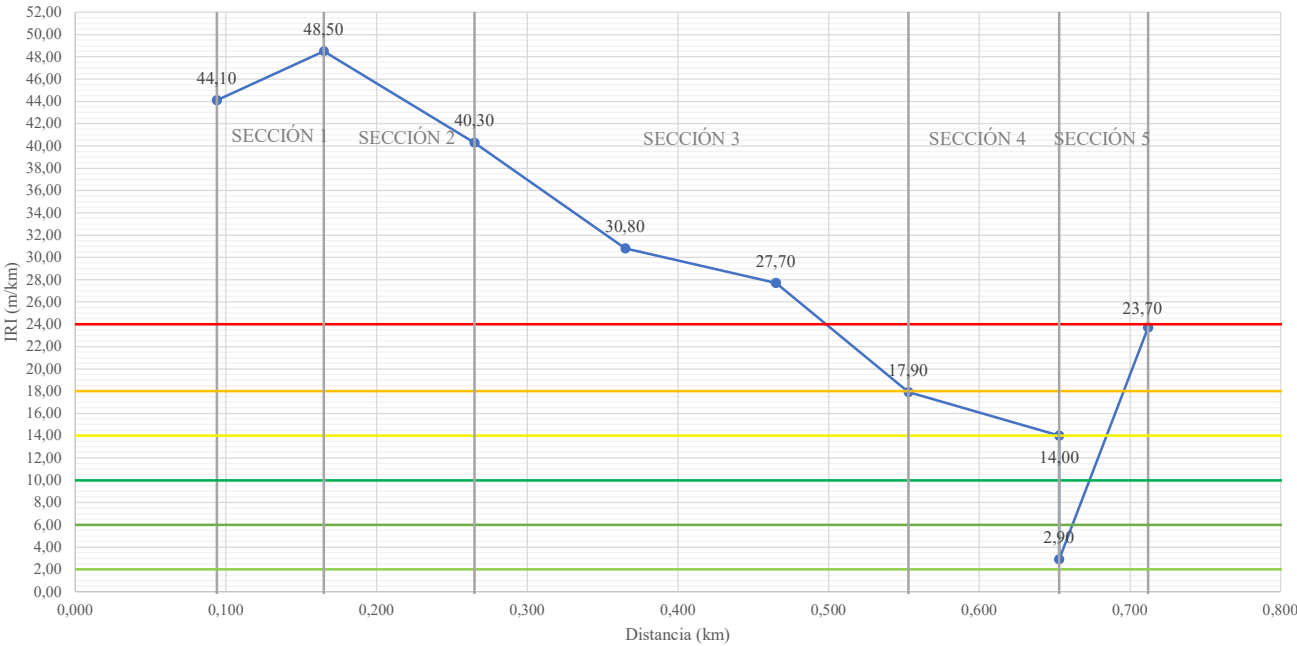
Valores promedio IRI

Sección 1:	44,10
Sección 2:	48,50
Sección 3:	29,52
Sección 4:	13,86
Sección 5:	23,70
Global:	30,68

Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926

Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
	de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
	de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

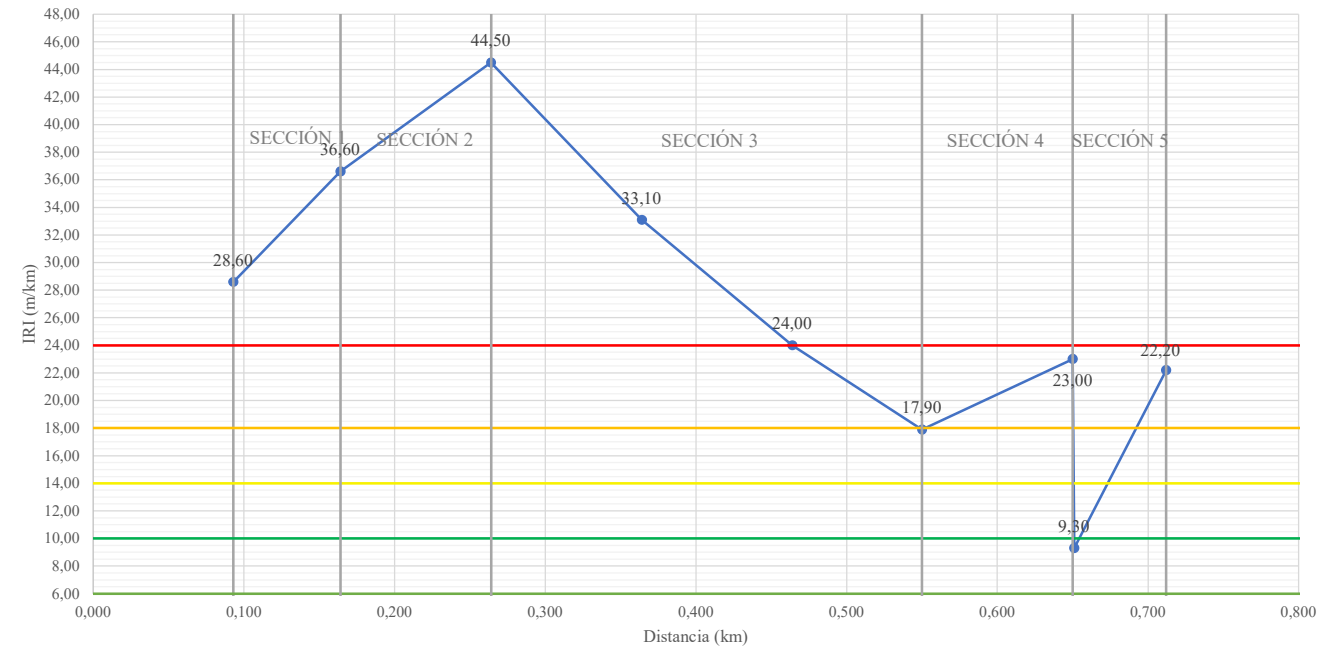
Ruta:	Calle Jaules	Clima:	Soleado, 13°C, viento 2 km/h
Fecha:	miércoles 15 de noviembre de 2023	Hora:	10:50:12 a. m.
Desde:	Marcador PI (150 m de la Capilla de Jaules)	Observaciones:	Iteración 9 Equipo: ARRB Roughometer III Medición de IRI en una única huella (izquierda) Superficie de ruedo de lastre No presenta singularidades Velocidad de medición meta: 30 km/h
Hasta:	Marcador PT (700 m de la Capilla de Jaules)		
Vehículo:	Mitsubishi L200 (203-529, placa PE-12-4168)		
Conductor:	Fabio Badilla López		
Operador:	Jesús Fernández Mesén		
Lead in:	62,00 m		

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Singularidades
1	0,093	0,093	28,60	26,00	9,9046274	-83,8611797	2022,40	V < 25 km/h x 1
2	0,071	0,164	36,60	24,00	9,9051749	-83,8607051	2028,70	V < 25 km/h x 2
3	0,100	0,264	44,50	30,00	9,9056072	-83,8601449	2038,40	
3	0,200	0,364	33,10	28,00	9,9058954	-83,8592786	2038,50	V < 25 km/h x 2
3	0,300	0,464	24,00	27,00	9,9060110	-83,8584162	2042,70	V < 25 km/h x 1
3	0,386	0,550	17,90	24,00	9,9063842	-83,8576970	2050,30	V < 25 km/h x 5
4	0,100	0,650	23,00	24,00	9,9071202	-83,8573572	2059,80	V < 25 km/h x 4
4	0,101	0,651	9,30	25,00	9,9075179	-83,8571513	2065,60	
5	0,061	0,712	22,20	26,00	9,9077717	-83,8570647	2071,60	V < 25 km/h x 1

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926	
Sección 1:	28,60	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente
Sección 2:	36,60		de 2 a 6: Muy buena
Sección 3:	30,31		de 6 a 10: Buena
Sección 4:	22,86		de 10 a 14: Regular
Sección 5:	22,20		de 14 a 18: Mala
Global:	28,96		de 18 a 24: Muy mala

Índice de Regularidad Internacional (IRI) determinado a cada 100 m



Apéndice 6. Informes de medición evaluaciones periódicas URCI.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 13 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Sección recién conformada (1 semana antes de la evaluación) - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
16,60		1,00		83,75		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 13 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		31,33 m		X		14,91 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Sección recién conformada (1 semana antes de la evaluación) - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 21.92 m x 0.68 m - Evidencias detrimento de la condición de la huella externa (derecha), lo que eventualmente podría generar roderas				
82	10,51	L	4,60					
84	-	L	2,00					
86	5,00	L	7,50					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
14,10		1,00		86,00		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 13 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		13,14 m		X		12,32 m2	
	Media (M)					3,61	7,58 m2	
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Sección recién conformada (1 semana antes de la evaluación) - Condición climática soleada - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 147.0 cm , profundidad: 4.5 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 86.0 cm , profundidad: 2.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella externa (derecha): 15.60 m x 0.79 m Roderas medias - Huella externa (derecha): 9.36 m x 0.81 m				
82	7,18	L	3,30					
84	-	L	2,00					
85	1,97	M	5,30					
86	6,73	L	10,00					
86	4,14	M	8,40					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
29,00		3,00		83,50		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 20 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
16,60		1,00		83,75		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 20 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		19,97 m		X		17,20 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 24.57 m x 0.70 m - Evidencias detrimento de la condición de la huella externa (derecha), lo que eventualmente podría generar roderas				
82	6,70	L	3,20					
84	-	L	2,00					
86	5,77	L	7,60					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
12,80		1,00		87,00		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 20 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	4,23 m	13,14 m		X		9,20 m2	
	Media (M)					1,00	10,99 m2	
	Alta (H)					2,59		
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de estancamiento de agua en depresiones de la superficie de la vía (huella derecha en un nivel leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 146.5 cm , profundidad: 5.5 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 99.0 cm , profundidad: 4.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella externa (derecha): 11.80 m x 0.78 m Roderas medias - Huella externa (derecha): 13.40 m x 0.82 m				
81	2,31	L	1,85					
82	7,18	L	3,30					
84	-	L	2,00					
85	0,55	M	1,80					
85	1,42	H	12,90					
86	5,03	L	7,40					
86	6,00	M	11,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 41,05		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 3,00		G. URCI 75,00		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 20 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 3.90 m x 41.34 m 161,23 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90502 ° Longitud: -83,86081 ° Punto 2 Latitud: 9,90532 ° Longitud: -83,86054 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	5,85 m			X		19,04 m2	
	Media (M)		82,68 m			1,00		
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 2.52 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 66 cm , profundidad: 4.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 12.47 m x 0.76 m - Huella externa (derecha): 10.07 m x 0.95 m *La densidad obtenida para el deterioro 82 supera la máxima contemplada en la curva de deducción. Por tanto, se asume el valor máximo de 50%				
81	3,63	L	2,90					
82*	51,28	M	28,00					
84	-	L	2,00					
85	0,62	M	2,20					
86	11,81	L	15,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 50,10		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 2,00		G. URCI 62,50		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 3		3. FECHA miércoles 20 de septiembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.23 m x 56.59 m 239,38 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90566 ° Longitud: -83,85966 ° Punto 2 Latitud: 9,90590 ° Longitud: -83,85921 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	9,26 m			X	1,00	38,89 m2	35,30 m
	Media (M)		113,18 m			1,00	10,73 m2	
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES				
81	3,87	L	3,60	- Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 3.30 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 50 cm , profundidad: 5 cm - Bache 2 (a 23.36 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 72 cm , profundidad: 4 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 21.63 m x 0.92 m - Huella externa (derecha): 21.83 m x 0.87 m Roderas medias - Huella interna (izquierda): 11.66 m x 0.92 m - Evidencia de agregado suelto (leve) - Berma izquierda: 7.64 m - Berma derecha: 13.69 m - Berma central: 13.97 m				
82	47,28	M	27,50					
84	-	L	2,00					
85	0,42	L	0,40					
85	0,42	M	1,50					
86	16,25	L	18,20					
86	4,48	M	9,60					
87	14,75	L	7,60					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
70,40		4,00		60,00		Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 4 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
16,60		1,00		83,75		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 4 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		21,07 m		X		17,82 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 25.10 m x 0.71 m				
82	7,07	L	3,20					
84	-	L	2,00					
86	5,98	L	8,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
14,00		1,00		86,30		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 4 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m ²		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	6,48 m	13,74 m		X		24,61 m ²	
	Media (M)					5,55	12,70 m ²	
	Alta (H)					2,20		
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de estancamiento de agua en depresiones de la superficie de la vía (huella derecha en un nivel leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 194.0 cm , profundidad: 4.5 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 135.0 cm , profundidad: 5.5 cm - Bache 3 (a 33.93 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 63.0 cm , profundidad: 1.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 21.00 m x 0.65 m - Huella externa (derecha): 13.53 m x 0.81 m Roderas medias - Huella externa (derecha): 16.07 m x 0.79 m				
81	3,54	L	2,90					
82	7,51	L	3,50					
84	-	L	2,00					
85	3,03	M	8,80					
85	1,20	H	10,80					
86	13,45	L	16,40					
86	6,94	M	12,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 57,20		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 4,00		G. URCI 68,80		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 4 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 3.90 m x 41.34 m 161,23 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90502 ° Longitud: -83,86081 ° Punto 2 Latitud: 9,90532 ° Longitud: -83,86054 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	5,42 m			X		22,94 m2	
	Media (M)		82,68 m			1,00		
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 2.52 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 83 cm , profundidad: 3.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 14.16 m x 0.74 m - Huella externa (derecha): 13.69 m x 0.91 m *La densidad obtenida para el deterioro 82 supera la máxima contemplada en la curva de deducción. Por tanto, se asume el valor máximo de 50%				
81	3,36	L	2,90					
82*	51,28	M	28,00					
84	-	L	2,00					
85	0,62	M	2,20					
86	14,23	L	17,20					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
52,30		2,00		61,50		Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 3		3. FECHA miércoles 4 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.23 m x 56.59 m 239,38 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90566 ° Longitud: -83,85966 ° Punto 2 Latitud: 9,90590 ° Longitud: -83,85921 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	9,77 m			X		36,18 m2	35,66 m
	Media (M)		113,18 m			1,00	13,28 m2	
	Alta (H)					1,00		
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 3.30 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 65 cm , profundidad: 5.6 cm - Bache 2 (a 23.36 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 94 cm , profundidad: 4.2 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 16.87 m x 0.90 m - Huella externa (derecha): 23.86 m x 0.88 m Roderas medias - Huella interna (izquierda): 14.76 m x 0.90 m - Evidencia de agregado suelto (leve) - Berma izquierda: 7.42 m - Berma derecha: 14.08 m - Berma central: 14.16 m				
81	4,08	L	3,50					
82	47,28	M	27,50					
84	-	L	2,00					
85	0,42	M	1,50					
85	0,42	H	3,80					
86	15,11	L	17,50					
86	5,55	M	10,50					
87	14,90	L	7,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 74,10		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 4,00		G. URCI 57,50		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 18 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada - No se presenta polvo en el aire al circular durante la inspección, sin embargo, lo anterior se atribuye a la humedad del material de la capa de rodamiento, por lo cual se mantiene la valoración del deterioro 84				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI	H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)			
16,60		1,00		83,75	Muy bueno (70.00 - 85.00)			

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 18 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		39,74 m		X		10,79 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - No se presenta polvo en el aire al circular durante la inspección, sin embargo, lo anterior se atribuye a la humedad del material de la capa de rodamiento, por lo cual se mantiene la valoración del deterioro 84 - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos (menos perceptibles que en evaluaciones anteriores) Roderas leves - Huella interna (izquierda): 14.99 m x 0.72 m				
82	13,33	L	5,90					
84	-	L	2,00					
86	3,62	L	5,60					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
13,50		2,00		90,00		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 18 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	5,75 m	24,12 m		X		38,15 m2	
	Media (M)					7,39		
	Alta (H)		5,37 m					
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza y estancamiento de agua) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 196.0 cm , profundidad: 3.7 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 151.0 cm , profundidad: 3.4 cm - Bache 3 (a 33.93 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos (menos perceptibles que en evaluaciones anteriores) Roderas leves - Huella interna (izquierda): 29.02 m x 0.81 m - Huella externa (derecha): 18.08 m x 0.81 m				
81	3,14	L	2,60					
82	13,18	L	5,75					
82	2,93	H	3,40					
84	-	L	2,00					
85	4,04	M	11,20					
86	20,85	L	20,20					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 45,15		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 3,00		G. URCI 71,90		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 18 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 3.90 m x 41.34 m 161,23 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90502 ° Longitud: -83,86081 ° Punto 2 Latitud: 9,90532 ° Longitud: -83,86054 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	4,85 m			X		25,71 m2	
	Media (M)		82,68 m					
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 2.52 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 15.69 m x 0.82 m - Huella externa (derecha): 13.96 m x 0.92 m *La densidad obtenida para el deterioro 82 supera la máxima contemplada en la curva de deducción. Por tanto, se asume el valor máximo de 50%				
81	3,01	L	2,50					
82*	51,28	M	28,00					
84	-	L	2,00					
86	15,95	L	17,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 50,30		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 2,00		G. URCI 62,75		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 3		3. FECHA miércoles 18 de octubre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.23 m x 56.59 m 239,38 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90566 ° Longitud: -83,85966 ° Punto 2 Latitud: 9,90590 ° Longitud: -83,85921 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	9,89 m			X		37,06 m2	32,84 m
	Media (M)		113,18 m			1,00	17,88 m2	
	Alta (H)					1,88		
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 3.30 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 78 cm , profundidad: 3.5 cm - Bache 2 (a 23.36 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 125 cm , profundidad: 5.5 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 20.11 m x 0.92 m - Huella externa (derecha): 21.33 m x 0.87 m Roderas medias - Huella interna (izquierda): 18.82 m x 0.95 m - Evidencia de agregado suelto (leve) - Berma izquierda: 6.81 m - Berma derecha: 12.74 m - Berma central: 13.29 m				
81	4,13	L	3,60					
82	47,28	M	27,50					
84	-	L	2,00					
85	0,42	M	1,50					
85	0,79	H	7,20					
86	15,48	L	17,60					
86	7,47	M	13,80					
87	13,72	L	7,10					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 80,30		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 5,00		G. URCI 58,00		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 1 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
16,60		1,00		83,75		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 1 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		41,90 m		X		11,48 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos (menos perceptibles que en evaluaciones anteriores) Roderas leves - Huella interna (izquierda): 15.3 m x 0.75 m				
82	14,05	L	6,20					
84	-	L	2,00					
86	3,85	L	5,80					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
14,00		2,00		88,60		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 1 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		22,38 m		X	1,00	30,58 m2	
	Media (M)					4,98		
	Alta (H)		4,93 m					
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza y estancamiento de agua) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 128.0 cm , profundidad: 2.4 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 69.0 cm , profundidad: 1.8 cm - Bache 3 (a 33.93 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Bache 4 (a 5.65 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 66.0 cm , profundidad: 3 cm - Bache 5 (a 9.32 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 57.0 cm , profundidad: 2.3 cm - Bache 6 (a 12.06 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 69.0 cm , profundidad: 1.8 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos (menos perceptibles que en evaluaciones anteriores) Roderas leves - Huella interna (izquierda): 21.58 m x 0.80 m - Huella externa (derecha): 16.24 m x 0.82 m				
82	12,23	L	5,50					
82	2,69	H	3,00					
84	-	L	2,00					
85	0,55	L	1,00					
85	2,72	M	7,90					
86	16,71	L	18,40					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 37,80		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 3,00		G. URCI 77,60		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 1 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 3.90 m x 41.34 m 161,23 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90502 ° Longitud: -83,86081 ° Punto 2 Latitud: 9,90532 ° Longitud: -83,86054 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)				X		25,83 m2	
	Media (M)		82,68 m					
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 2.52 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 16.38 m x 0.80 m - Huella externa (derecha): 13.99 m x 0.91 m *La densidad obtenida para el deterioro 82 supera la máxima contemplada en la curva de deducción. Por tanto, se asume el valor máximo de 50%				
82*	51,28	M	28,00					
84	-	L	2,00					
86	16,02	L	18,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
48,00		2,00		64,40		Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 3		3. FECHA miércoles 1 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.23 m x 56.59 m 239,38 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90566 ° Longitud: -83,85966 ° Punto 2 Latitud: 9,90590 ° Longitud: -83,85921 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	9,08 m			X		17,69 m2	34,01 m
	Media (M)		113,18 m			4,27	35,73 m2	
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 3.30 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 77 cm , profundidad: 2.4 cm - Bache 2 (a 23.36 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 137 cm , profundidad: 3.4 cm - Bache 3 (a 26.44 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 64 cm , profundidad: 2.8 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 19.88 m x 0.89 m Roderas medias - Huella interna (izquierda): 18.32 m x 0.94 m - Huella externa (derecha): 21.03 m x 0.88 m (antes leve) - Evidencia de agregado suelto (leve) - Berma izquierda: 7.01 m - Berma derecha: 13.70 m - Berma central: 13.30 m				
81	3,79	L	3,20					
82	47,28	M	27,50					
84	-	L	2,00					
85	1,78	M	4,80					
86	7,39	L	10,60					
86	14,93	M	21,60					
87	14,21	L	7,40					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 77,10		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 4,00		G. URCI 56,25		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 15 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.75 m x 41.56 m 238,97 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86539 ° Longitud: -83,86756 ° Punto 2 Latitud: 9,86527 ° Longitud: -83,86724 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		83,12 m		X			
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - No evidencia deterioro de la superficie de rodamiento, únicamente una condición inapropiada de los drenajes longitudinales de ambos lados de la vía (leve crecimiento de maleza) en la totalidad de la sección evaluada				
82	34,78	L	14,60					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
16,60		1,00		83,75		Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 15 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 5.48 m x 54.41 m 298,17 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86532 ° Longitud: -83,86556 ° Punto 2 Latitud: 9,86568 ° Longitud: -83,86523 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		22,04 m		X		11,48 m2	
	Media (M)							
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada del drenaje longitudinal derecho (leve crecimiento de maleza) - Poterior a la evaluación anterior, se quemó parte de la maleza en los drenajes, de ahí la disminución del deterioro 82 respecto a la evaluación del 01-11-23 - A diferencia de las evaluaciones anteriores, ya no se evidencia deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos que pueda contemplarse bajo el deterioro 82. En evaluaciones anteriores se había observado que las huellas y su profundidad era cada vez menos perceptibles que en evaluaciones pasadas.				
82	7,39	L	3,40					
84	-	L	2,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
5,40		0,00		94,80		Excelente (85.00 - 100.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle El Cerro		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 15 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CEC.UM-03		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.35 m x 42.07 m 183,00 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,86904 ° Longitud: -83,86205 ° Punto 2 Latitud: 9,86934 ° Longitud: -83,86180 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)		30,15 m		X		35,38 m2	
	Media (M)					3,10		
	Alta (H)		4,93 m					
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (leve crecimiento de maleza) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 22.73 m del punto de inicio en la huella derecha) diámetro: 128.0 cm , profundidad: 2.4 cm - Bache 2 (a 25.99 m del punto de inicio en la huella derecha) No se evidencia el bache antes identificado - Bache 3 (a 33.93 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 74.0 cm , profundidad: 1.5 cm - Bache 4 (a 5.65 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Bache 5 (a 9.32 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Bache 6 (a 12.06 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos (menos perceptibles que en evaluaciones anteriores) Roderas leves - Huella interna (izquierda): 24.81 m x 0.81 m - Huella externa (derecha): 18.87 m x 0.81 m				
82	16,48	L	6,20					
84	-	L	2,00					
85	1,70	M	4,00					
86	19,33	L	19,70					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV) 31,90		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q) 2,00		G. URCI 78,10		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626) Muy bueno (70.00 - 85.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 1		3. FECHA miércoles 15 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-01		5. ÁREA DE LA MUESTRA 3.90 m x 41.34 m 161,23 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90502 ° Longitud: -83,86081 ° Punto 2 Latitud: 9,90532 ° Longitud: -83,86054 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)				X		32,69 m2	
	Media (M)		82,68 m					
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES - Condición climática soleada - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 2.52 m del punto de inicio en la huella izquierda) No se evidencia el bache antes identificado - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos Roderas leves - Huella interna (izquierda): 21.18 m x 0.81 m - Huella externa (derecha): 17.26 m x 0.90 m *La densidad obtenida para el deterioro 82 supera la máxima contemplada en la curva de deducción. Por tanto, se asume el valor máximo de 50%				
82*	51,28	M	28,00					
84	-	L	2,00					
86	20,28	L	20,00					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
50,00		2,00		63,20		Bueno (55.00 - 70.00)		

HOJA DE INSPECCIÓN DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Metodología de evaluación de condición URCI TM 5-626

1. RAMA Calle Jaules		2. SECCIÓN Sección 3		3. FECHA miércoles 15 de noviembre de 2023				
4. UNIDAD DE MUESTREO CJ.UM-02		5. ÁREA DE LA MUESTRA 4.23 m x 56.59 m 239,38 m2		6. INSPECTOR Jesús Fernández Mesén				
7. CROQUIS DEL SITIO		8. COORDENADAS Punto 1 Latitud: 9,90566 ° Longitud: -83,85966 ° Punto 2 Latitud: 9,90590 ° Longitud: -83,85921 °		TIPOS DE DETERIOROS 81. Sección transversal inadecuada 82. Drenaje lateral inadecuado 83. Corrugaciones 84. Contenido de polvo en el aire 85. Baches 86. Roderas 87. Agregado suelto TM 5-626 (Apéndice B)				
9. CANTIDAD Y SEVERIDAD DEL DETERIORO								
TIPO		81	82	83	84	85	86	87
CANTIDAD Y SEVERIDAD	Baja (L)	10,02 m			X		23,62 m2	32,68 m
	Media (M)		113,18 m			4,35	38,47 m2	
	Alta (H)							
10. CÁLCULO DE URCI								
A. TIPO DE DETERIORO	B. DENSIDAD	C. SEVERIDAD	D. VALOR DE DEDUCCIÓN	11. OBSERVACIONES				
81	4,19	L	3,50	- Condición climática soleada - Evidencia de depresiones que generan estancamiento de agua en la vía (leve) - Condición inapropiada de los drenajes longitudinales (crecimiento de maleza y secciones geométricas inadecuadas de ambos lados de la vía en la totalidad de la sección evaluada) - Presencia de baches en la vía - Bache 1 (a 3.30 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 124 cm , profundidad: 4.7 cm - Bache 2 (a 23.36 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 111 cm , profundidad: 3.1 cm - Bache 3 (a 26.44 m del punto de inicio en la huella izquierda) diámetro: 76 cm , profundidad: 3.1 cm - Evidencias de deterioro en las huellas de tránsito de los vehículos - Roderas leves - Huella interna (izquierda): 26.54 m x 0.89 m - Roderas medias - Huella interna (izquierda): 19.20 m x 0.91 m - Huella externa (derecha): 23.86 m x 0.88 m - Evidencia de agregado suelto (leve) - Berma izquierda: 7.06 m - Berma derecha: 11.61 m - Berma central: 14.01 m				
82	47,28	M	27,50					
84	-	L	2,00					
85	1,82	M	3,20					
86	9,87	L	13,30					
86	16,07	M	22,40					
87	13,65	L	7,10					
E. VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL (TDV)		F. NÚMERO DE VALORES DE DEDUCCIÓN INDIVIDUALES MAYORES A 5.0 (q)		G. URCI		H. CLASIFICACIÓN DE LA CONDICIÓN DE SUPERFICIE (TM 5-626)		
79,00		4,00		53,75		Admisible (40.00 - 55.00)		

Apéndice 7. Evidencias y registro fotográfico de las actividades ejecutadas en el proyecto.



Figura 1. Drenaje derecho UM-01 El Cerro 13/09



Figura 4. Drenaje derecho UM-02 El Cerro 13/09



Figura 2. Drenaje derecho UM-01 El Cerro 13/09



Figura 5. Rodera izquierda leve UM-02 El Cerro 13/09



Figura 3. Superficie de rodamiento UM-01 El Cerro 13/09



Figura 6. Detalle huella derecha UM-02 El Cerro 13/09



Figura 6. Drenaje izquierdo UM-01 El Cerro 13/09



Figura 9. Rodera media derecha UM-01 El Cerro 13/09



Figura 7. Bache 1 UM-01 El Cerro 13/09



Figura 10. Superficie de rodamiento UM-01 El Cerro 20/09



Figura 8. Bache 2 UM-01 El Cerro 13/09



Figura 11. Rodera izquierda leve UM-02 El Cerro 20/09



Figura 12. Diámetro bache 1 UM-03 El Cerro 20/09



Figura 15. Sección transversal inadecuada UM-03 El Cerro 20/09



Figura 13. Profunddad bache 1 UM-03 El Cerro 20/09



Figura 16. Bache 1 UM-03 El Cerro 20/09



Figura 14. Diámetro bache 2 UM-03 El Cerro 20/09



Figura 17. Bache 2 UM-03 El Cerro 20/09



Figura 18. Diámetro bache 1 UM-01 Jaules 20/09



Figura 19. Diámetro bache 1 UM-02 Jaules 20/09

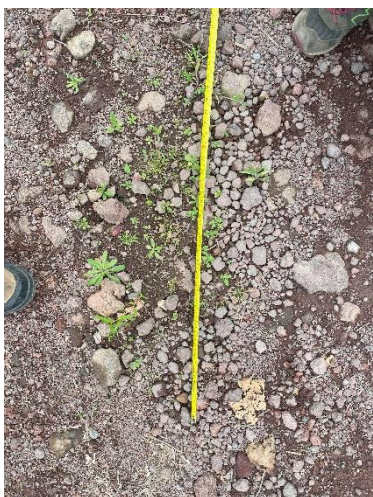


Figura 20. Diámetro bache 2 UM-02 Jaules 20/09



Figura 21. Roderas y agregado suelto UM-02 Jaules 20/09



Figura 22. Sondeo a cielo abierto Jaules 02/10



Figura 22. Calicata Jaules 02/10



Figura 24. Diámetro bache 1 UM-02 Jaules 04/10



Figura 27. Profundidad bache 1 UM-02 Jaules 04/10



Figura 25. Profundidad bache 1 UM-02 Jaules 04/10



Figura 28. Diámetro bache 1 UM-01 Jaules 04/10



Figura 26. Diámetro bache 2 UM-02 Jaules 04/10



Figura 29. Profundidad bache 1 UM-01 Jaules 04/10



Figura 30. Diámetro bache 1 UM-03 El Cerro 04/10



Figura 33. Drenaje izquierdo UM-02 El Cerro 04/10



Figura 31. Profundidad bache 1 UM-03 El Cerro 04/10



Figura 34. Rodera izquierda leve UM-02 El Cerro 04/10



Figura 32. Diámetro bache 2 UM-03 El Cerro 04/10



Figura 35. Superficie de rodamiento UM-01 El Cerro 04/10

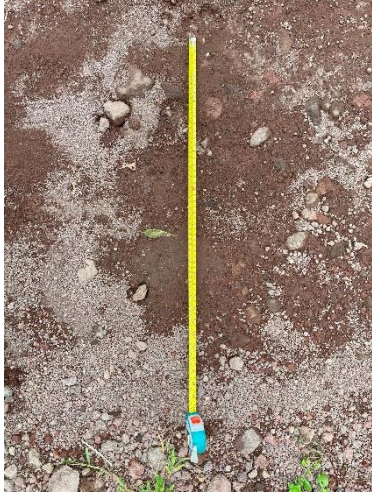


Figura 36. Diámetro bache 1 UM-02 Jaules 18/10



Figura 39. Profundidad bache 2 UM-02 Jaules 18/10



Figura 37. Diámetro bache 2 UM-02 Jaules 18/10



Figura 40. Roderas y agregado suelto UM-02 Jaules 18/10



Figura 38. Profundidad bache 1 UM-02 Jaules 18/10



Figura 41. Bache 1 UM-02 Jaules 18/10



Figura 42. Drenajes UM-02 Jaules 18/10



Figura 45. Medición profundidad bache 1 UM-02 Jaules 18/10



Figura 43. Bache 2 UM-02 Jaules 18/10



Figura 46. Roderas leves UM-01 Jaules 18/10



Figura 44. Drenajes UM-02 Jaules 18/10



Figura 47. Drenaje derecho UM-01 Jaules 18/10



Figura 48. Desaparición bache 1 UM-01 Jaules 18/10



Figura 49. Superficie de rodamiento UM-01 El Cerro 18/10



Figura 50. Rodera izquierda UM-2 El Cerro 18/10



Figura 51. Drenaje izquierdo UM-03 El Cerro 18/10



Figura 52. Diámetro bache 1 UM-03 El Cerro 18/10



Figura 53. Profundidad bache 1 UM-03 El Cerro 18/10



Figura 54. Diámetro bache 2 UM-03 El Cerro 18/10



Figura 57. Profundidad bache 1 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 55. Roderas UM-03 El Cerro 18/10



Figura 58. Diámetro bache 2 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 56. Diámetro bache 1 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 59. Diámetro bache 3 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 60. Profundidad bache 3 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 63. Diámetro bache 5 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 61. Profundidad bache 4 UM-03 El Cerro 01/11



Figura 64. Profundidad bache 1 UM-02 Jaules 01/11



Figura 62. Diámetro bache 5 UM-03 El Cerro 01/11

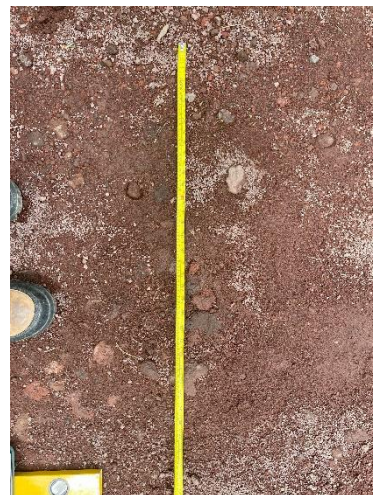


Figura 65. Diámetro bache 1 UM-02 Jaules 01/11



Figura 66. Diámetro bache 2 UM-02 Jaules 01/11



Figura 69. Superficie de rodamiento UM-02 Jaules 01/11



Figura 67. Profundidad bache 3 UM-02 Jaules 01/11



Figura 70. Roderas UM-01 Jaules 01/11



Figura 68. Diámetro bache 3 UM-02 Jaules 01/11



Figura 71. Desaparición bache 1 UM-01 Jaules 01/11



Figura 72. Marcaje punto de inicio medición RN175



Figura 75. Punto de inicio medición RN175



Figura 73. Proyección láser perfilómetro inercial



Figura 72. Desarrollo medición RN175



Figura 74. Ubicación del láser en la huella izquierda



Figura 72. Desarrollo medición IRI El Cerro 15/11



Figura 73. Diámetro bache 1 UM-03 El Cerro 15/11



Figura 74. Profundidad bache 1 UM-03 El Cerro 15/11



Figura 75. Roderas UM-03 El Cerro 15/11



Figura 76. Drenaje izquierdo UM-03 El Cerro 15/11



Figura 77. Drenaje derecho UM-03 El Cerro 15/11



Figura 78. Superficie de rueda UM-01 El Cerro 15/11

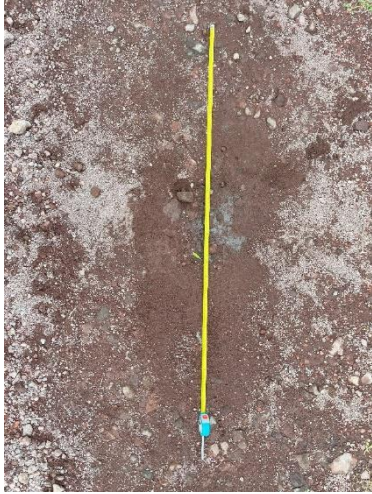


Figura 79. Diámetro bache 1 UM-02 Jaules 15/11



Figura 80. Bache 1 UM-02 Jaules 15/11



Figura 81. Profundidad bache 1 UM-02 Jaules 15/11



Figura 82. Roderas UM-02 Jaules 15/11



Figura 83. Profundidad bache 2 UM-02 Jaules 15/11



Figura 84. Diámetro bache 2 UM-02 Jaules 15/11



Figura 83. Profundidad bache 3 UM-02 Jaules 15/11



Figura 84. Roderas UM-01 Jaules 15/11



Figura 85. Inclinación detectada en el acelerómetro evaluaciones IRI 15/11

Apéndice 8. Formato estandarizado informes de medición con el equipo ARRB Roughometer III.

INFORME DE RESULTADOS INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

Ruta:

Fecha:

Desde:

Hasta:

Vehículo:

Conductor:

Operador:

Lead in:

Clima:

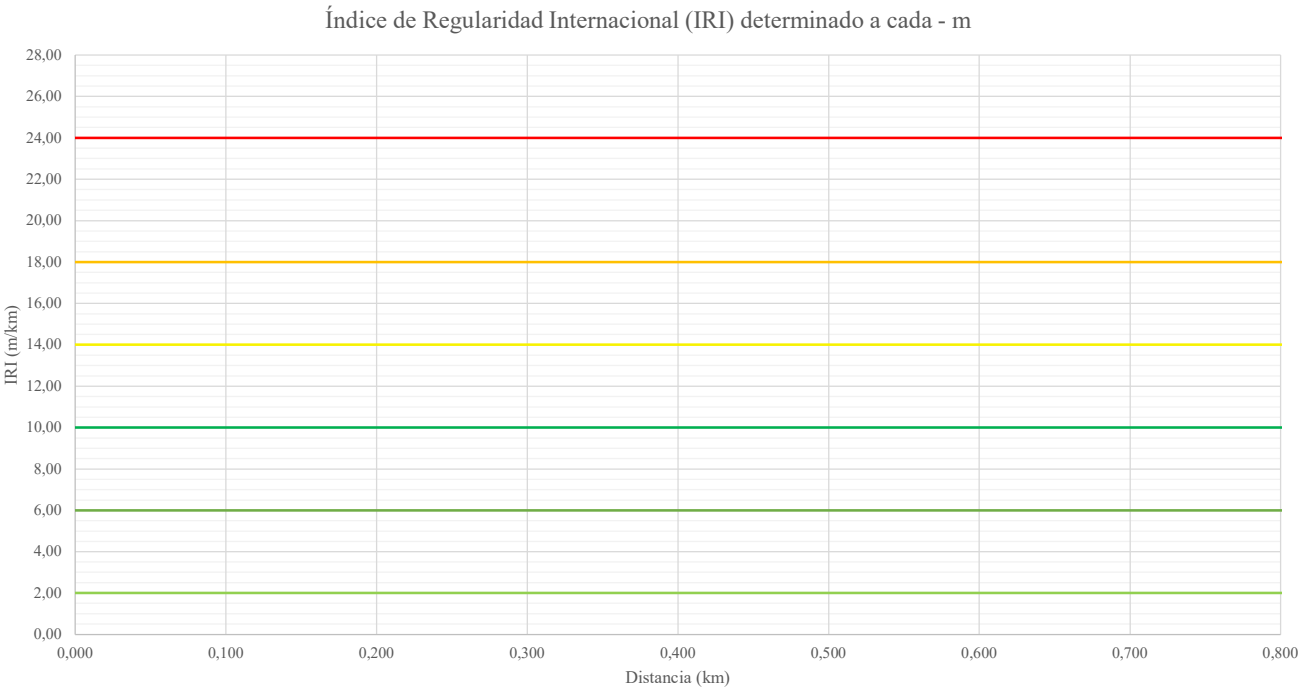
Hora:

Observaciones:

RESULTADOS DE REGULARIDAD

ID Sección	Subdistancia (km)	Distancia (km)	IRI (m/km)	Velocidad (km/h)	Latitud	Longitud	Altitud	Eventos
------------	-------------------	----------------	------------	------------------	---------	----------	---------	---------

Valores promedio IRI		Escala de condición para caminos no pavimentados ASTM E1926		
Sección 1:	0,00	Rango IRI:	de 0 a 2: Excelente	de 10 a 14: Regular
Global:	#¡DIV/0!		de 2 a 6: Muy buena	de 14 a 18: Mala
			de 6 a 10: Buena	de 18 a 24: Muy mala



Anexos

Anexo 1. Informe de resultados medición del perfil longitudinal y análisis del IRI Ruta Nacional 205.

Anexo 2. Informes de ensayos de caracterización de materiales Calle El Cerro y Calle Jaules.

Anexo 3. Resultados mediciones SSI Smoothroad 8500 parra validación del equipo ARRB Roughometer III.

Anexo 4. TM 5-626 Apéndices B y C. Descripción de los deterioros y Curvas de deducción.

Anexo 5. TM 5-626: Escala de URCI y rango de condiciones

Anexo 6. ASTM E1926: Escala de estimación de regularidad para vías no pavimentadas de grava o tierra

Anexo 1. Informe de resultados medición del perfil longitudinal y análisis del IRI Ruta Nacional 205.

000104

IRI

(Zona 1-1, Ruta 205)



000105

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 1 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

San José, Costa Rica, 19 de mayo del 2023

Proyecto: 2022CD -000149-0006000001, Línea 1, Zona 1-1, Ruta 205,
Secciones de control: 10281 y 19048

Nombre del cliente: Conavi
Dirección del cliente: Sabanilla

Información del contacto del cliente:

Ing. Julio Carvajal Saborío MAP
 Departamento de Verificación de la Calidad.
 Jefe Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.
 (506)2523-2564



Información de la muestra

Fecha de recepción de la muestra: 2023-05-12
 Identificación de la muestra: 01-11425-2023, 01-11426-2023
 Descripción: Medición de 8 500 m del perfil longitudinal de la carretera

Muestreo (s)

(-) Cliente
 (X) Personal del laboratorio

Ingreso de Muestra:

(X) RC-05: 34777

(-) RC-84: No hay

Método de Muestreo: Aplica ☒ (ver tabla de Ensayos realizados) No Aplica ☐

Plan de Muestreo: según en RC-101 "Trabajos diarios en campo"

Fecha de realización del muestreo: 2023-05-09

Lugar del muestreo: San José, Ruta 205, El Alto – Iglesia el Carmen – Jaboncillal

Lugar de realización del ensayo: En sitio, Laboratorio 01 de LGC Ingeniería de Pavimento S.A.



Observaciones: Tramo de la carretera de inicio y fin determinado por el cliente. Filtros utilizados: High Pass: 60,96 m y Low Pass Filtre: Emulate 9,5in/241mm Reference Divide. Intervalo de muestreo: 25,4 mm.

Operador: Ing. Giovanni Quesada Víquez. Comprobaciones de los sensores según Instructivos I-14 e I-10.

BMS: 017931

Atentamente,

Ing. Giovanni Quesada Víquez
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de elaborar el informe

Ing. Amed Aldi Bolaños
 Director de Ingeniería
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de revisar el Informe

Ing. Luis Guillermo Chavarría Bravo M.Sc.
 Gerente General
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de aprobar el Informe



000106

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 2 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Estimados Señores,

A continuación, le presento el resultado de la medición final del perfil longitudinal de la carretera en la Ruta 205 sobre carpeta asfáltica conforme a la Norma ASTM E950/E950M.

Ensayos Realizados:

Nombre del Ensayo	Método de Ensayo	Ensayo Acreditado (*)	Ensayo No Acreditado (**)
I-10 Método de ensayo para la medición del perfil longitudinal y análisis del IRI	ASTM E950	X	-

(Ampliar o reducir esta tabla según lo requerido)

Los ensayos acreditados se identifican con un asterisco (*) y la leyenda "Ensayo Acreditado". Y para los no acreditados se identifican con dos asteriscos (**) y la leyenda "Ensayo no acreditado".

Ensayo

El laboratorio realizó el ensayo de acuerdo con los procedimientos y registros que forman parte del sistema de gestión de calidad.

Tabla de Contenido

Resultados de Ensayos	3
Resumen de las comprobaciones del perfilómetro	5
Eventos y/o singularidades detectadas	6
Conclusiones.....	12
Determinación del IRI cada 10 m LD, CI.....	13
Determinación del IRI cada 10 m LI, CI.....	23

-----Salto de Página-----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 3 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Resultados de Ensayos

Método de ensayo para la medición del perfil longitudinal y análisis del IRI
ASTM E950/E950M (*) Ensayo acreditado

Proyecto: 2022CD -000149-0006000001, Línea 1, Zona 1-1, Ruta 205, Secciones de control: 10281 y 19048
BMS: 017931.

Ubicación: Se realizó la medición del perfil longitudinal para determinar el Índice de Regularidad Internacional (IRI) de la carretera, mediante el Perfilómetro Inercial, en la Ruta 205 ubicada en la provincia de San José, específicamente en las cercanías de El Alto hacia Jaboncillo, en tramo determinado por el cliente.

El tipo de superficie medida fue sobre una carpeta asfáltica (**medición final**) cuya longitud total de medición es de la sección medida es de 4 250 m, para un total de medición de 8 500 m. Las siguientes figuras muestran la ubicación geográfica de las pruebas.

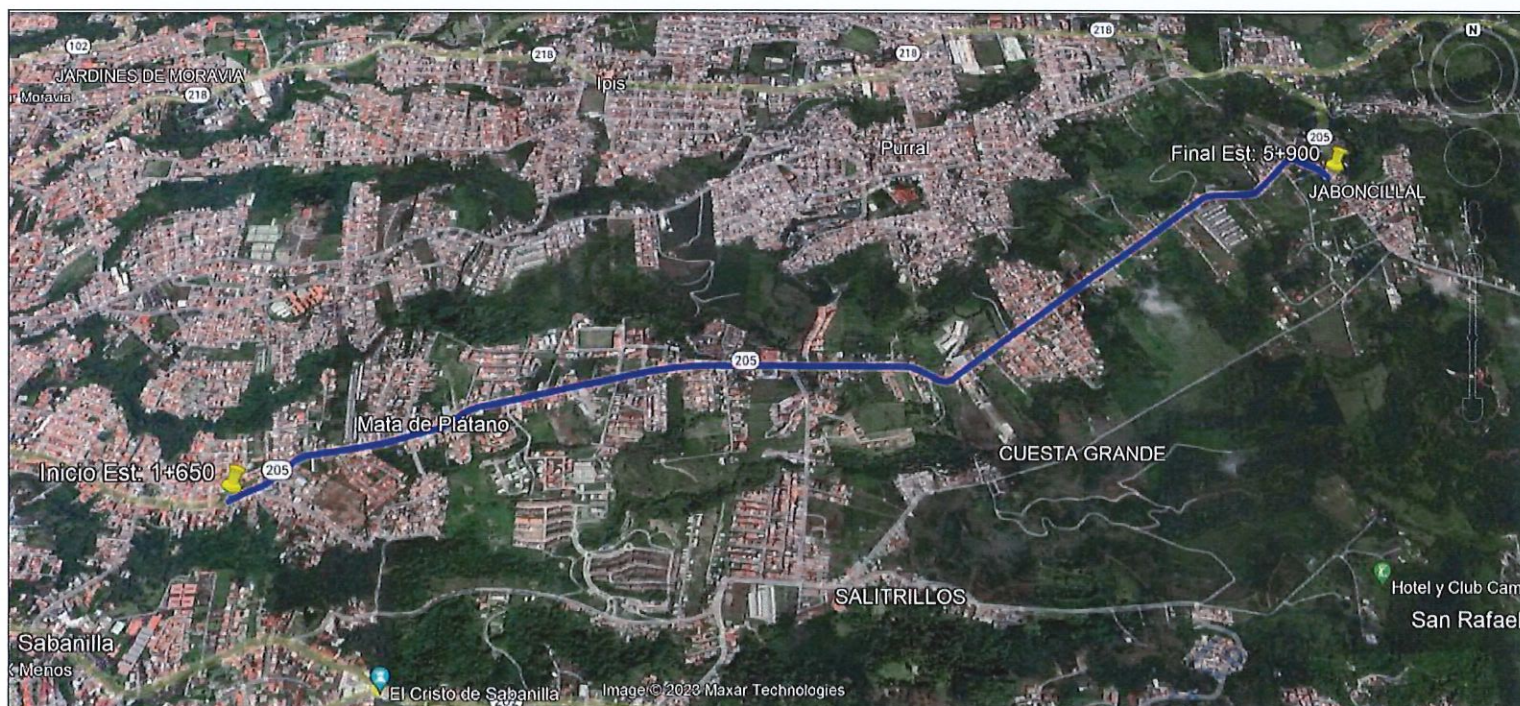


Figura 1. Ubicación de la ruta.

000108

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 4 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

La ubicación de los estacionamientos iniciales y finales fue determinada por el cliente y se observan en las siguientes figuras.

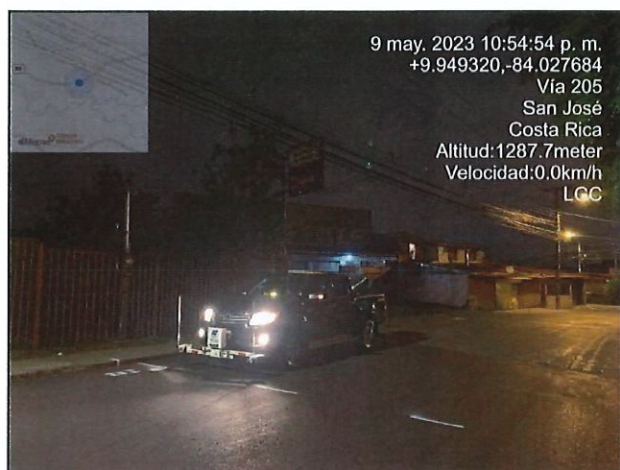


Figura 2. Inicio.

P.K.: 1+650

Georreferencia: 9.9492791331546 N 84.0276654256032 W

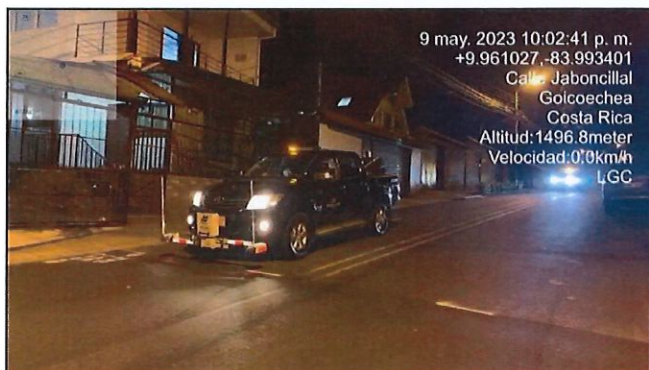


Figura 3. Final.

P.K. 5+900

Georreferencia: 9.96114225500121 N 83.9935905003615 W



000109

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 5 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Resumen de las comprobaciones del perfilómetro

SSI Profiler Version 3.3.13.76
Licensed to LGC Ingenieria de Pavimentos - San Jose, Costa Rica

Data File: 2023-05-09 R205 LD, CI Est 1+771 al 6+065.rsd

Stations: Run 1 - 0+000.0 to 4+316.4
Start GPS: 9.9492791331546 N 84.0276654256032 W
End GPS: 9.96077824303031 N 83.9932843776623 W

Run Speed (Avg, Max, Min):
Run 1 - 47.8, 57.6, 11.7 kph

Total Distance: 4+316.4

Date [Paved/Corrected]:
Run 1 - 5/8/2023 10:12:20 PM

Date Tested:
Run 1 - 5/9/2023 10:12:20 PM

File Modifications:
Run 1 - No Modifications Found

Software Version Collected With			
Run(s)	Version		
1	3.3.13.76		

Distance Calibration			
Run(s)	Date	Encoder Counts	Distance (m)
1	4/24/2023	211447	100.00

Track Calibration									
Run (s)	Track 1			Track 2			Track 3		
	Laser Type	Level Height (in.)	Accelerometer Constant	Laser Type	Level Height (in.)	Accelerometer Constant	Laser Type	Level Height (in.)	Accelerometer Constant
1	RaLine 1145, Gocator 2342/1150/1350	2.46	16056.4	RaLine 1145, Gocator 2342/1150/1350	2.95	15967.3	sis5000 200/300 Low Standoff Dot	3.44	16011.8
Accelerometer Calibration Date: Monday, April 24, 2023									

Figura 4. Comprobaciones del equipo LGC-001-001



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 6 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Eventos y/o singularidades detectadas

Durante el recorrido por el sector, la Administración detectó algunas singularidades que podrían provocar una alteración del perfil longitudinal del camino que no provienen de fallas constructivas, estas singularidades se detallan en el oficio AV-(1-1)-2023-106, emitido el 18 de abril del 2023.

La siguiente tabla describe estos eventos y aproxima su ubicación en el sentido de avance de la captura de datos.

Tabla 1. Singularidades determinadas por la Administración Lado Derecho

Consecutivo	P.K. Inicio	P.K. Final	Descripción	Afectación
1	1+667	1+667	Tapa	Lado Derecho
2	1+725	1+725	Tapa	Lado Derecho
3	1+770	1+770	Tapa	Lado Derecho
4	1+820	1+820	Tapa	Lado Derecho
5	1+850	1+850	Tapa	Lado Derecho
6	1+910	1+910	Tapa	Lado Derecho
7	1+970	1+970	Tapa	Lado Derecho
8	2+010	2+010	Tapa	Lado Derecho
9	2+230	2+230	Tapa	Lado Derecho
10	2+300	2+300	Tapa	Lado Derecho
11	2+360	2+360	Tapa	Lado Derecho
12	2+445	2+445	Tapa	Lado Derecho
13	2+520	2+520	Tapa	Lado Derecho
14	2+580	2+580	Tapa	Lado Derecho
15	2+670	2+670	Tapa	Lado Derecho
16	2+735	2+735	Tapa	Lado Derecho
17	2+820	2+820	Tapa	Lado Derecho
18	2+900	2+900	Tapa	Lado Derecho
19	2+954	2+954	Tapa	Lado Derecho
20	3+040	3+040	Tapa	Lado Derecho
21	3+110	3+110	Tapa	Lado Derecho
22	3+170	3+170	Tapa	Lado Derecho
23	3+435	3+435	Reductor	Ambos lados
24	3+545	3+545	Reductor	Ambos lados
25	3+670	3+670	Tapa	Lado derecho
26	3+700	3+700	Tapa	Lado derecho
27	4+460	4+460	Tapa	Lado derecho
28	4+630	4+630	Tapa	Lado derecho
29	4+650	4+650	Tapa	Lado derecho
30	4+715	4+715	Tapa	Lado derecho



000111

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 7 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Tabla 2. Singularidades determinadas por la Administración Lado Izquierdo

Consecutivo	P.K. Inicio	P.K. Final	Descripción	Afectación
1	5+655	5+655	Tapa	Lado Izquierdo
2	5+500	5+500	Tapa	Lado Izquierdo
3	5+475	5+475	Tapa	Lado Izquierdo
4	5+405	5+405	Tapa	Lado Izquierdo
5	5+295	5+295	Tapa	Lado Izquierdo
6	5+215	5+215	Tapa	Lado Izquierdo
7	5+135	5+135	Tapa	Lado Izquierdo
8	5+010	5+010	Tapa	Lado Izquierdo
9	4+865	4+865	Tapa	Lado Izquierdo
10	4+800	4+800	Tapa	Lado Izquierdo
11	4+770	4+770	Tapa	Lado Izquierdo
12	4+550	4+550	Tapa	Lado Izquierdo
13	3+515	3+515	Tapa	Lado Izquierdo
14	3+005	3+005	Tapa	Lado Izquierdo
15	2+950	2+950	Tapa	Lado Izquierdo
16	2+735	2+735	Tapa	Lado Izquierdo
17	2+505	2+505	Tapa	Lado Izquierdo
18	2+220	2+220	Tapa	Lado Izquierdo
19	2+175	2+175	Tapa	Lado Izquierdo
20	2+095	2+095	Tapa	Lado Izquierdo
21	1+920	1+920	Tapa	Lado Izquierdo
22	1+850	1+850	Tapa	Lado Izquierdo
23	1+700	1+700	Tapa	Lado Izquierdo
24	1+725	1+725	Tapa	Lado Izquierdo

Nota: La singularidad tiene una longitud de influencia de 40 m en el sentido de avance de la medición. Los estacionamientos anteriores no incluyen esta distancia, solo contemplan el largo de la singularidad. Las singularidades se subrayan en **color celeste** en las siguientes tablas y gráficas.



000112

RC-36 V.28

Aprobado: 2022-07-18

Página: 8 de 32

N° Informe

01-1177-2023

LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.
INFORME DE ENSAYO

Los valores de IRI utilizando una longitud base de 100 m se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3.

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001						
 INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.			Muestra: 01-11426-23	Línea 1		
			Fecha: 2023-05-09	Zona: 1-1		
			Sentido: 1-2	Ruta: 205		
			Lado: Derecho	SC: 10281 y 19048		
			Carril: Interno	Longitud: 4250 m		
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Medición Inicial (informe CR-LAB-SR-2023-3085) Promedio MRI @100 m (m/km)	Medición Final Promedio MRI @100 m (m/km)	Especificación del cartel	Criterio normativo de aceptación	Georreferencia inicial del tramo
1+650,0	1+735,0	4,3	2,3	Singularidad	No aplica	9.9492791331546 N 84.0276654256032 W
1+735,0	1+835,0	5,2	2,8	Singularidad	No aplica	9.94955645389528 N 84.0271254291188 W
1+835,0	1+935,0	4,5	2,3	Singularidad	No aplica	9.95008821899493 N 84.0263734513601 W
1+935,0	2+035,0	3,8	2,6	Singularidad	No aplica	9.95060820484682 N 84.0256742761774 W
2+035,0	2+135,0	3,4	2,0	Singularidad	No aplica	9.95087562733171 N 84.0248389022709 W
2+135,0	2+235,0	3,4	1,4	Singularidad	No aplica	9.95103276991151 N 84.0239390845625 W
2+235,0	2+335,0	3,2	1,8	Singularidad	No aplica	9.95124338494745 N 84.0230511462087 W
2+335,0	2+435,0	3,1	2,0	Singularidad	No aplica	9.95150653112688 N 84.0222095673759 W
2+435,0	2+535,0	4,0	2,2	Singularidad	No aplica	9.95191601427116 N 84.0213681284404 W
2+535,0	2+635,0	2,6	1,6	Singularidad	No aplica	9.95231392769541 N 84.0205771275856 W
2+635,0	2+735,0	3,2	1,6	Singularidad	No aplica	9.95256834235759 N 84.0197480344049 W
2+735,0	2+835,0	4,7	2,2	Singularidad	No aplica	9.95277917937408 N 84.0188514020164 W
2+835,0	2+935,0	3,6	1,8	Singularidad	No aplica	9.95299754177269 N 84.0179211363444 W
2+935,0	3+035,0	3,4	1,9	Singularidad	No aplica	9.95319397017152 N 84.0170745048472 W
3+035,0	3+135,0	4,4	2,4	Singularidad	No aplica	9.95340092469546 N 84.0161992595054 W
3+135,0	3+235,0	4,5	1,8	Singularidad	No aplica	9.95359879470199 N 84.0153077225902 W
3+235,0	3+335,0	3,6	1,8	Reducción del 10 %	Cumple	9.95372723165619 N 84.014426403564 W
3+335,0	3+435,0	3,0	1,7	Reducción del 10 %	Cumple	9.95376852961795 N 84.013527277252 W
3+435,0	3+535,0	5,2	5,3	Singularidad	No aplica	9.95376618479533 N 84.0126732619883 W
3+535,0	3+635,0	6,2	5,7	Singularidad	No aplica	9.95376792592593 N 84.0116526296297 W
3+635,0	3+735,0	3,9	2,5	Singularidad	No aplica	9.95375410752689 N 84.0106894229391 W
3+735,0	3+835,0	2,3	1,7	Singularidad	No aplica	9.95374611368016 N 84.0098919312781 W
3+835,0	3+935,0	2,5	1,3	Mantener IRI Inicial	Cumple	9.95374526434153 N 84.0089560150562 W
3+935,0	4+035,0	4,2	2,6	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95370791096019 N 84.0080806553481 W
4+035,0	4+135,0	6,0	3,2	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95349522048193 N 84.0072270531459 W
4+135,0	4+235,0	4,9	2,2	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95344405110702 N 84.0063564322011 W
4+235,0	4+335,0	4,9	2,7	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95393041127695 N 84.0056288955224 W
4+335,0	4+435,0	4,7	2,4	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9544550058855 N 84.0049600337079 W
4+435,0	4+535,0	4,5	2,5	Singularidad	No aplica	9.95501167538126 N 84.004255882353 W
4+535,0	4+635,0	3,9	2,1	Singularidad	No aplica	9.95558535962302 N 84.0035265808532 W
4+635,0	4+735,0	5,3	2,9	Singularidad	No aplica	9.95613323727934 N 84.0028198632745 W
4+735,0	4+835,0	4,2	1,9	Singularidad	No aplica	9.95669841919192 N 84.0020875333694 W
4+835,0	4+935,0	5,8	2,5	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95724245085146 N 84.0013878661271 W
4+935,0	5+035,0	4,4	2,0	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95780553015873 N 84.0006657650794 W
5+035,0	5+135,0	5,1	2,4	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95835388396625 N 83.9999633748242 W
5+135,0	5+235,0	4,7	1,9	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95892016937883 N 83.9992368615923 W
5+235,0	5+335,0	3,6	3,1	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9594592620482 N 83.9985423457162 W
5+335,0	5+435,0	3,7	3,2	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95996059705716 N 83.9978076179966 W
5+435,0	5+535,0	4,6	2,7	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9602544463503 N 83.9969610562226 W
5+535,0	5+635,0	3,1	1,8	Reducción del 10 %	Cumple	9.96042551329487 N 83.9961032885269 W
5+635,0	5+735,0	2,5	2,0	Mantener IRI Inicial	Cumple	9.96089481388432 N 83.9953485332236 W
5+735,0	5+835,0	4,3	3,0	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.96144122952742 N 83.9947469512987 W
5+835,0	5+900,0	3,6	3,1	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.96114225500121 N 83.9935905003615 W
medio general		4,1	2,4	-	-	



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 9 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Nota: Analizando los datos del perfil, se detectó un desfase entre el estacionamiento de la medición inicial y la medición final solo en el lado derecho por lo que se realizó el ajuste respectivo de forma y no de fondo. Este cambio no afecta los resultados de MRI.

IRI Ruta 205
Sentido 1-2: El Alfo hacia Jaboncillal, LD, CI

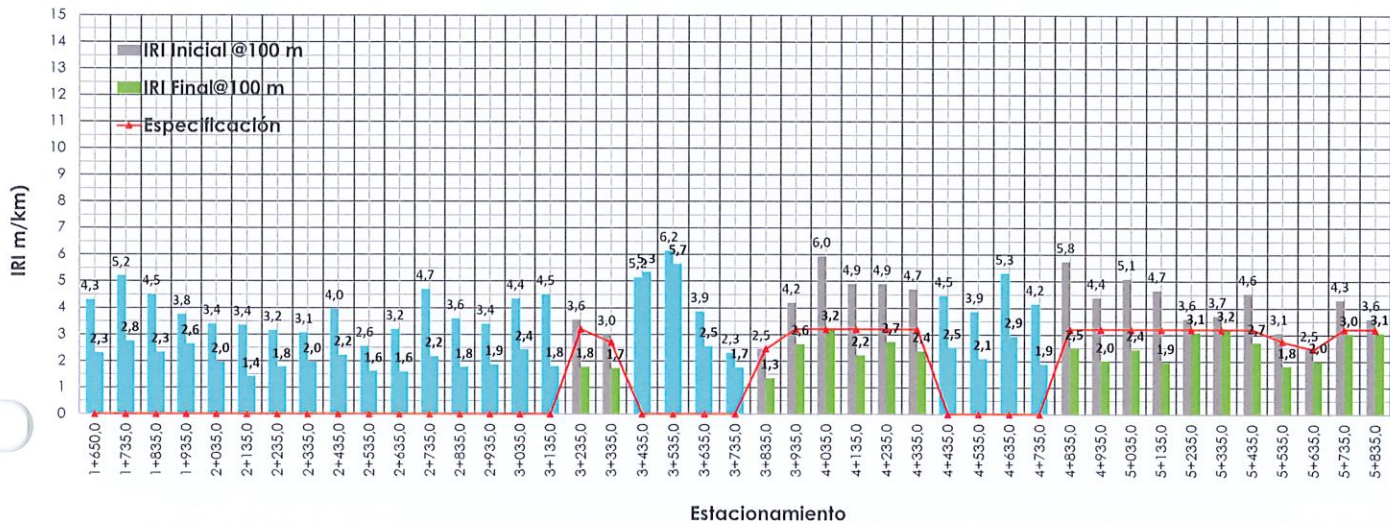


Gráfico 1. Est: 1+650 a 5+900



000114

 INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 10 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Tabla 4.

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001

 INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.			Muestra: 01-11425-23	Línea 1		
			Fecha: 2023-05-09	Zona: 1-1		
			Sentido: 2-1	Ruta: 205		
			Lado: Izquierdo	SC: 10281 y 19048		
			Carril: Interno	Longitud: 4250 m		
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Medición Inicial (Informe CR-LAB-SR-2023-3085) Promedio MRI @100 m (m/km)	Medición Final Promedio MRI @100 m (m/km)	Especificación del cartel	Criterio normativo de aceptación	Georreferencia Inicial del tramo
5+900,0	5+800,0	4,8	2,6	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.96099791370514 N 83.9933979903277 W
5+800,0	5+700,0	5,1	2,9	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.96145161532142 N 83.9938935562744 W
5+700,0	5+600,0	4,9	2,0	Singularidad	No aplica	9.96155349549935 N 83.9947319389154 W
5+600,0	5+500,0	3,9	2,3	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.96101165983861 N 83.9953402712601 W
5+500,0	5+400,0	4,0	2,0	Singularidad	No aplica	9.96049037110466 N 83.9960517045186 W
5+400,0	5+300,0	4,6	2,9	Singularidad	No aplica	9.96029274572649 N 83.9968735897436 W
5+300,0	5+200,0	4,7	2,2	Singularidad	No aplica	9.96004495681126 N 83.997765581621 W
5+200,0	5+100,0	6,4	2,4	Singularidad	No aplica	9.95957914611872 N 83.9984759025875 W
5+100,0	5+000,0	4,8	2,8	Singularidad	No aplica	9.9590075148032 N 83.99921069279 W
5+000,0	4+900,0	5,0	2,2	Singularidad	No aplica	9.95844198412698 N 83.9999389222222 W
4+900,0	4+800,0	6,1	2,8	Singularidad	No aplica	9.95790235755374 N 84.0006296251893 W
4+800,0	4+700,0	6,5	2,5	Singularidad	No aplica	9.95736456715686 N 84.0013167473856 W
4+700,0	4+600,0	10,3	3,3	Reducción del 50 % y Menor a 5,0 m/km	Cumple	9.95679024866079 N 84.0020580768965 W
4+600,0	4+500,0	6,2	2,9	Singularidad	No aplica	9.95621203679175 N 84.0028084326711 W
4+500,0	4+400,0	5,0	2,8	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95565949496555 N 84.0035217389154 W
4+400,0	4+300,0	5,0	2,0	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95511921059829 N 84.0042163661539 W
4+300,0	4+200,0	6,2	2,3	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95455507090289 N 84.0049397285945 W
4+200,0	4+100,0	4,6	2,0	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95397132492997 N 84.0056898369748 W
4+100,0	4+000,0	5,0	2,4	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9535211887145 N 84.0063873056023 W
4+000,0	3+900,0	4,5	2,9	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95351419814814 N 84.007228449213 W
3+900,0	3+800,0	3,8	1,9	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95372470657034 N 84.008054875817 W
3+800,0	3+700,0	5,8	2,0	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95378841042706 N 84.0089220813459 W
3+700,0	3+600,0	5,1	2,6	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9537915826916 N 84.0098887396407 W
3+600,0	3+500,0	6,5	5,7	Singularidad	No aplica	9.95379914529914 N 84.0107137905983 W
3+500,0	3+400,0	4,1	4,8	Singularidad	No aplica	9.9538127617051 N 84.0117743305381 W
3+400,0	3+300,0	3,5	2,1	Reducción del 10 %	Cumple	9.95380814255766 N 84.0127125639413 W
3+300,0	3+200,0	3,5	1,7	Reducción del 10 %	Cumple	9.95381205677347 N 84.0135099863219 W
3+200,0	3+100,0	4,8	2,8	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.9537811025039 N 84.0144235461659 W
3+100,0	3+000,0	3,3	1,8	Singularidad	No aplica	9.95365961072261 N 84.0153308243978 W
3+000,0	2+900,0	2,8	2,0	Singularidad	No aplica	9.95346169423175 N 84.0162238308661 W
2+900,0	2+800,0	3,3	1,6	Reducción del 10 %	Cumple	9.95325466283524 N 84.0170722375479 W
2+800,0	2+700,0	4,8	2,1	Singularidad	No aplica	9.95303936263374 N 84.0179623190124 W
2+700,0	2+600,0	3,4	1,7	Singularidad	No aplica	9.9528264679258 N 84.0188447216267 W
2+600,0	2+500,0	4,2	2,3	Singularidad	No aplica	9.9526110719677 N 84.0197603472004 W
2+500,0	2+400,0	4,9	2,1	Singularidad	No aplica	9.95236213815789 N 84.0206179046053 W
2+400,0	2+300,0	3,9	2,1	Menor a 3,2 m/km	Cumple	9.95195596696164 N 84.0214552690266 W
2+300,0	2+200,0	3,4	1,9	Singularidad	No aplica	9.95155059784 N 84.0222649602783 W
2+200,0	2+100,0	5,9	2,2	Singularidad	No aplica	9.95127844499449 N 84.0231012026036 W
2+100,0	2+000,0	4,3	2,8	Singularidad	No aplica	9.95105967886854 N 84.0240000813459 W
2+000,0	1+900,0	4,4	2,8	Singularidad	No aplica	9.95089966015261 N 84.0248727295738 W
1+900,0	1+800,0	5,3	2,5	Singularidad	No aplica	9.95060802519841 N 84.0257592787698 W
1+800,0	1+700,0	5,5	2,8	Singularidad	No aplica	9.9501163315945 N 84.026485854634 W
1+700,0	1+650,0	4,2	3,6	Singularidad	No aplica	9.94963785695473 N 84.0271760503704 W
Promedio general		4,8	2,5	-	-	-



000115

LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.
INFORME DE ENSAYO

RC-36 V.28

Aprobado: 2022-07-18

Página: 11 de 32

N° Informe

01-1177-2023

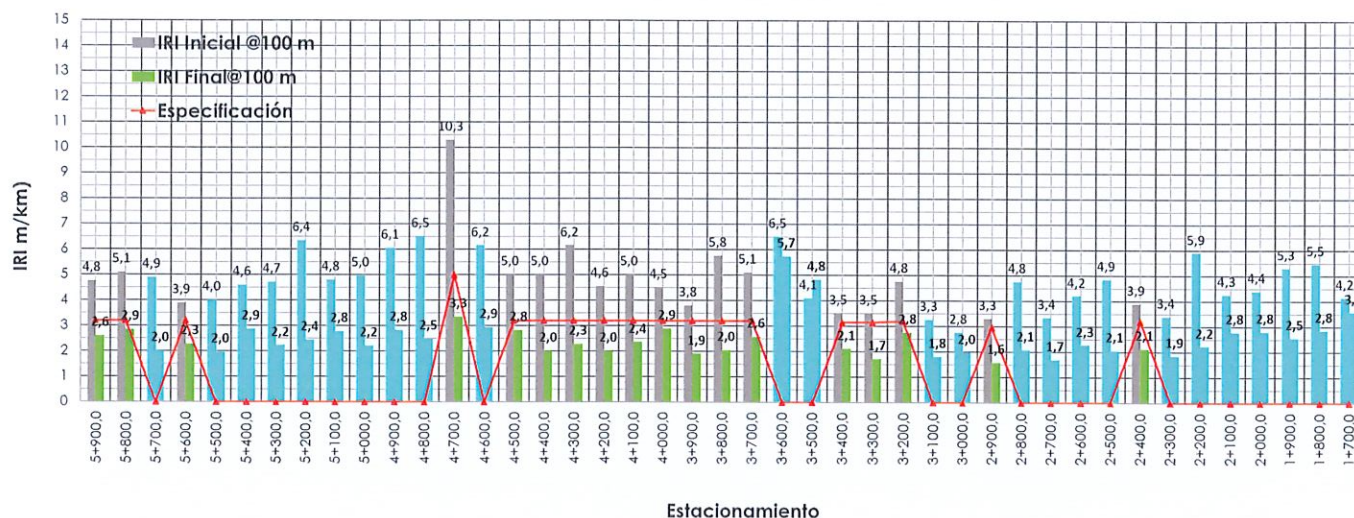
IRI Ruta 205
Sentido 2-1: Jaboncillo hacia El Alto, LI, CI

Gráfico 2. Est: 5+900 a 1+650



000116

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 12 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Conclusiones

Según los resultados de **MRI (medición final)**, determinados con longitud base de 100 m, de las tablas anteriores, se indica que el promedio para el tramo sección de control: 10281 y 19048 entre P.K.: 1+650 a 5+900; El Alto hacia Jaboncillo, Lado Derecho; tiene un valor de **2,4 m/km** y para el tramo P.K.: 5+900 a 1+650; Lado Izquierdo, sentido de Jaboncillo hacia El Alto: **2,5 m/km**.

Todos los valores anteriormente analizados cumplen debidamente con las especificaciones cartelarias.

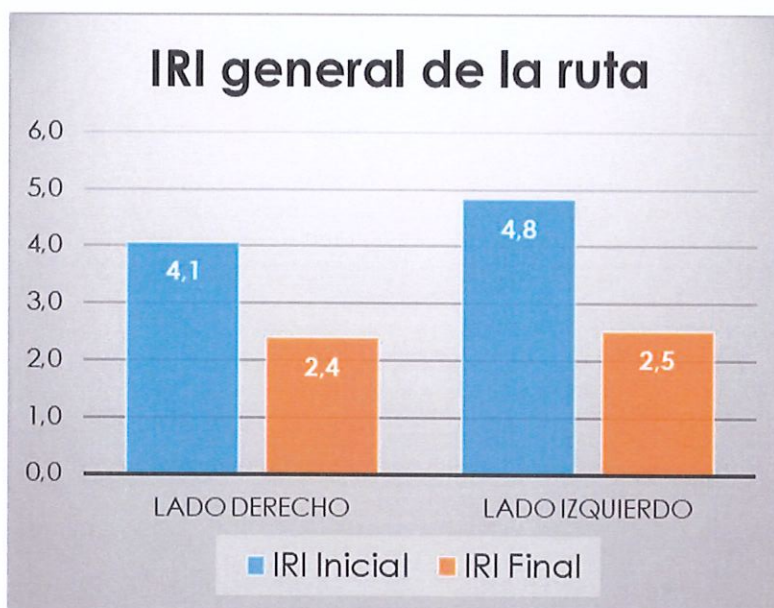


Gráfico 2. IRI General de la ruta.



000117

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 13 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Determinación del IRI cada 10 m LD,CI

Tabla 2.

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
1+650,0	1+660,0	3,3	3,4	3,4	-
1+660,0	1+670,0	2,3	2,2	2,3	Tapa
1+670,0	1+680,0	1,6	2,0	1,8	Long. Influencia
1+680,0	1+690,0	1,2	2,1	1,7	Long. Influencia
1+690,0	1+700,0	1,6	2,5	2,1	Long. Influencia
1+700,0	1+710,0	2,7	2,1	2,4	Long. Influencia
1+710,0	1+720,0	1,3	0,9	1,1	-
1+720,0	1+730,0	3,0	2,1	2,6	Tapa
1+730,0	1+735,0	4,2	3,0	3,6	Long. Influencia
1+735,0	1+745,0	4,4	2,9	3,7	Long. Influencia
1+745,0	1+755,0	4,0	2,4	3,2	Long. Influencia
1+755,0	1+765,0	6,3	4,8	5,6	Long. Influencia
1+765,0	1+775,0	3,4	3,2	3,3	Tapa
1+775,0	1+785,0	1,8	2,2	2,0	Long. Influencia
1+785,0	1+795,0	1,4	2,5	2,0	Long. Influencia
1+795,0	1+805,0	2,4	2,2	2,3	Long. Influencia
1+805,0	1+815,0	1,6	1,2	1,4	Long. Influencia
1+815,0	1+825,0	0,9	1,9	1,4	Tapa
1+825,0	1+835,0	2,4	3,1	2,8	Long. Influencia
1+835,0	1+845,0	5,6	1,8	3,7	Long. Influencia
1+845,0	1+855,0	1,0	0,9	1,0	Tapa
1+855,0	1+865,0	3,6	2,2	2,9	Long. Influencia
1+865,0	1+875,0	2,5	3,9	3,2	Long. Influencia
1+875,0	1+885,0	2,6	1,5	2,1	Long. Influencia
1+885,0	1+895,0	2,6	3,5	3,1	Long. Influencia
1+895,0	1+905,0	1,1	1,2	1,2	-
1+905,0	1+915,0	0,9	2,7	1,8	Tapa
1+915,0	1+925,0	1,6	2,3	2,0	Long. Influencia
1+925,0	1+935,0	2,6	2,4	2,5	Long. Influencia
1+935,0	1+945,0	1,8	3,0	2,4	Long. Influencia
1+945,0	1+955,0	4,2	1,9	3,1	Long. Influencia
1+955,0	1+965,0	4,1	2,1	3,1	-
1+965,0	1+975,0	1,4	1,7	1,6	Tapa
1+975,0	1+985,0	2,0	1,1	1,6	Long. Influencia
1+985,0	1+995,0	2,2	3,2	2,7	Long. Influencia
1+995,0	2+005,0	2,1	2,6	2,4	Long. Influencia
2+005,0	2+015,0	2,8	2,7	2,8	Tapa
2+015,0	2+025,0	3,5	2,3	2,9	Long. Influencia
2+025,0	2+035,0	4,0	4,2	4,1	Long. Influencia
2+035,0	2+045,0	3,2	2,2	2,7	Long. Influencia
2+045,0	2+055,0	3,2	3,2	3,2	Long. Influencia
2+055,0	2+065,0	2,3	2,8	2,6	-
2+065,0	2+075,0	2,3	1,3	1,8	-



000118

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 14 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
2+075,0	2+085,0	0,8	1,9	1,4	-
2+085,0	2+095,0	2,1	2,3	2,2	-
2+095,0	2+105,0	1,1	1,1	1,1	-
2+105,0	2+115,0	1,3	2,1	1,7	-
2+115,0	2+125,0	1,8	1,2	1,5	-
2+125,0	2+135,0	1,5	1,3	1,4	-
2+135,0	2+145,0	1,3	1,0	1,2	-
2+145,0	2+155,0	1,8	0,9	1,4	-
2+155,0	2+165,0	2,1	1,8	2,0	-
2+165,0	2+175,0	1,2	1,1	1,2	-
2+175,0	2+185,0	0,9	1,2	1,1	-
2+185,0	2+195,0	1,1	1,1	1,1	-
2+195,0	2+205,0	2,1	1,1	1,6	-
2+205,0	2+215,0	1,6	1,1	1,4	-
2+215,0	2+225,0	2,8	1,1	2,0	-
2+225,0	2+235,0	1,9	0,9	1,4	Tapa
2+235,0	2+245,0	2,3	1,7	2,0	Long. Influencia
2+245,0	2+255,0	1,8	1,5	1,7	Long. Influencia
2+255,0	2+265,0	1,6	1,6	1,6	Long. Influencia
2+265,0	2+275,0	3,0	1,6	2,3	Long. Influencia
2+275,0	2+285,0	1,8	1,8	1,8	-
2+285,0	2+295,0	1,6	1,3	1,5	-
2+295,0	2+305,0	0,9	1,0	1,0	Tapa
2+305,0	2+315,0	1,8	2,5	2,2	Long. Influencia
2+315,0	2+325,0	1,7	1,5	1,6	Long. Influencia
2+325,0	2+335,0	2,3	1,9	2,1	Long. Influencia
2+335,0	2+345,0	1,5	1,8	1,7	Long. Influencia
2+345,0	2+355,0	1,7	2,0	1,9	-
2+355,0	2+365,0	1,9	1,9	1,9	Tapa
2+365,0	2+375,0	2,2	1,6	1,9	Long. Influencia
2+375,0	2+385,0	2,5	3,5	3,0	Long. Influencia
2+385,0	2+395,0	1,7	2,4	2,1	Long. Influencia
2+395,0	2+405,0	1,3	1,1	1,2	Long. Influencia
2+405,0	2+415,0	2,3	1,8	2,1	-
2+415,0	2+425,0	2,0	1,4	1,7	-
2+425,0	2+435,0	2,1	2,4	2,3	-
2+435,0	2+445,0	2,2	2,4	2,3	-
2+445,0	2+455,0	1,6	2,1	1,9	Tapa
2+455,0	2+465,0	3,0	1,8	2,4	Long. Influencia
2+465,0	2+475,0	3,1	2,7	2,9	Long. Influencia
2+475,0	2+485,0	1,7	2,7	2,2	Long. Influencia
2+485,0	2+495,0	2,8	2,4	2,6	Long. Influencia
2+495,0	2+505,0	1,4	1,9	1,7	-
2+505,0	2+515,0	1,7	2,0	1,9	-
2+515,0	2+525,0	1,9	2,4	2,2	Tapa
2+525,0	2+535,0	2,0	2,7	2,4	Long. Influencia
2+535,0	2+545,0	1,3	2,3	1,8	Long. Influencia



 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 15 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
2+545,0	2+555,0	1,0	1,1	1,1	Long. Influencia
2+555,0	2+565,0	1,8	1,3	1,6	Long. Influencia
2+565,0	2+575,0	1,6	1,5	1,6	-
2+575,0	2+585,0	1,1	0,9	1,0	Tapa
2+585,0	2+595,0	2,0	1,7	1,9	Long. Influencia
2+595,0	2+605,0	5,0	1,9	3,5	Long. Influencia
2+605,0	2+615,0	1,8	1,2	1,5	Long. Influencia
2+615,0	2+625,0	1,4	0,8	1,1	Long. Influencia
2+625,0	2+635,0	1,6	0,8	1,2	-
2+635,0	2+645,0	1,6	1,3	1,5	-
2+645,0	2+655,0	2,1	1,3	1,7	-
2+655,0	2+665,0	1,1	1,0	1,1	-
2+665,0	2+675,0	1,0	0,9	1,0	Tapa
2+675,0	2+685,0	1,0	1,8	1,4	Long. Influencia
2+685,0	2+695,0	1,5	0,7	1,1	Long. Influencia
2+695,0	2+705,0	2,1	1,3	1,7	Long. Influencia
2+705,0	2+715,0	2,3	1,7	2,0	Long. Influencia
2+715,0	2+725,0	2,0	2,0	2,0	-
2+725,0	2+735,0	2,5	2,6	2,6	-
2+735,0	2+745,0	1,5	2,5	2,0	Tapa
2+745,0	2+755,0	1,9	3,0	2,5	Long. Influencia
2+755,0	2+765,0	2,9	5,9	4,4	Long. Influencia
2+765,0	2+775,0	2,0	1,9	2,0	Long. Influencia
2+775,0	2+785,0	1,0	1,1	1,1	Long. Influencia
2+785,0	2+795,0	1,0	1,9	1,5	-
2+795,0	2+805,0	2,5	2,5	2,5	-
2+805,0	2+815,0	2,6	2,8	2,7	-
2+815,0	2+825,0	1,9	1,9	1,9	Tapa
2+825,0	2+835,0	1,2	1,4	1,3	Long. Influencia
2+835,0	2+845,0	2,1	2,4	2,3	Long. Influencia
2+845,0	2+855,0	2,7	2,7	2,7	Long. Influencia
2+855,0	2+865,0	1,8	1,2	1,5	Long. Influencia
2+865,0	2+875,0	1,6	1,4	1,5	-
2+875,0	2+885,0	1,9	0,9	1,4	-
2+885,0	2+895,0	1,5	0,8	1,2	-
2+895,0	2+905,0	1,5	1,2	1,4	Tapa
2+905,0	2+915,0	1,9	1,7	1,8	Long. Influencia
2+915,0	2+925,0	1,8	3,1	2,5	Long. Influencia
2+925,0	2+935,0	1,8	1,2	1,5	Long. Influencia
2+935,0	2+945,0	1,7	1,3	1,5	Long. Influencia
2+945,0	2+955,0	1,0	1,3	1,2	Tapa
2+955,0	2+965,0	1,7	1,3	1,5	Long. Influencia
2+965,0	2+975,0	1,8	2,5	2,2	Long. Influencia
2+975,0	2+985,0	4,4	3,9	4,2	Long. Influencia
2+985,0	2+995,0	2,5	2,0	2,3	Long. Influencia
2+995,0	3+005,0	1,7	1,1	1,4	-
3+005,0	3+015,0	1,1	1,4	1,3	-



000120

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 16 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
3+015,0	3+025,0	1,7	1,8	1,8	-
3+025,0	3+035,0	1,8	1,2	1,5	-
3+035,0	3+045,0	3,1	2,4	2,8	Tapa
3+045,0	3+055,0	5,6	3,2	4,4	Long. Influencia
3+055,0	3+065,0	5,4	3,2	4,3	Long. Influencia
3+065,0	3+075,0	3,1	1,5	2,3	Long. Influencia
3+075,0	3+085,0	2,3	1,8	2,1	Long. Influencia
3+085,0	3+095,0	2,4	1,5	2,0	-
3+095,0	3+105,0	2,4	1,7	2,1	-
3+105,0	3+115,0	1,5	1,5	1,5	Tapa
3+115,0	3+125,0	1,2	1,1	1,2	Long. Influencia
3+125,0	3+135,0	2,1	1,5	1,8	Long. Influencia
3+135,0	3+145,0	2,2	1,7	2,0	Long. Influencia
3+145,0	3+155,0	2,4	2,3	2,4	Long. Influencia
3+155,0	3+165,0	1,4	1,4	1,4	-
3+165,0	3+175,0	1,1	1,3	1,2	Tapa
3+175,0	3+185,0	2,4	2,0	2,2	Long. Influencia
3+185,0	3+195,0	2,4	2,3	2,4	Long. Influencia
3+195,0	3+205,0	2,5	2,2	2,4	Long. Influencia
3+205,0	3+215,0	1,5	1,4	1,5	Long. Influencia
3+215,0	3+225,0	1,3	1,4	1,4	-
3+225,0	3+235,0	1,9	0,9	1,4	-
3+235,0	3+245,0	1,3	1,6	1,5	-
3+245,0	3+255,0	2,2	2,6	2,4	-
3+255,0	3+265,0	1,8	1,5	1,7	-
3+265,0	3+275,0	1,4	2,1	1,8	-
3+275,0	3+285,0	1,6	1,5	1,6	-
3+285,0	3+295,0	1,5	2,3	1,9	-
3+295,0	3+305,0	1,8	2,2	2,0	-
3+305,0	3+315,0	1,4	1,9	1,7	-
3+315,0	3+325,0	1,8	1,9	1,9	-
3+325,0	3+335,0	1,0	1,9	1,5	-
3+335,0	3+345,0	1,6	2,3	2,0	-
3+345,0	3+355,0	1,2	2,5	1,9	-
3+355,0	3+365,0	1,4	2,0	1,7	-
3+365,0	3+375,0	1,1	2,3	1,7	-
3+375,0	3+385,0	2,3	2,4	2,4	-
3+385,0	3+395,0	1,7	1,5	1,6	-
3+395,0	3+405,0	1,7	2,2	2,0	-
3+405,0	3+415,0	1,1	1,3	1,2	-
3+415,0	3+425,0	1,6	0,8	1,2	-
3+425,0	3+435,0	2,1	1,4	1,8	-
3+435,0	3+445,0	14,6	14,2	14,4	Reductor
3+445,0	3+455,0	4,6	3,5	4,1	Long. Influencia
3+455,0	3+465,0	1,4	1,3	1,4	Long. Influencia
3+465,0	3+475,0	13,9	13,7	13,8	Long. Influencia
3+475,0	3+485,0	6,9	7,1	7,0	Long. Influencia



000121

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 17 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
3+485,0	3+495,0	3,7	2,8	3,3	-
3+495,0	3+505,0	3,5	1,5	2,5	-
3+505,0	3+515,0	2,7	2,0	2,4	-
3+515,0	3+525,0	4,6	1,8	3,2	-
3+525,0	3+535,0	1,9	1,0	1,5	-
3+535,0	3+545,0	0,9	1,7	1,3	-
3+545,0	3+555,0	14,3	14,1	14,2	Reductor
3+555,0	3+565,0	15,3	15,7	15,5	Long. Influencia
3+565,0	3+575,0	2,1	3,2	2,7	Long. Influencia
3+575,0	3+585,0	12,2	9,6	10,9	Long. Influencia
3+585,0	3+595,0	3,0	2,7	2,9	Long. Influencia
3+595,0	3+605,0	2,8	3,2	3,0	-
3+605,0	3+615,0	2,3	1,7	2,0	-
3+615,0	3+625,0	2,0	2,0	2,0	-
3+625,0	3+635,0	2,7	1,8	2,3	-
3+635,0	3+645,0	2,4	2,3	2,4	-
3+645,0	3+655,0	2,1	4,2	3,2	-
3+655,0	3+665,0	1,3	2,2	1,8	-
3+665,0	3+675,0	3,7	3,7	3,7	Tapa
3+675,0	3+685,0	3,4	3,2	3,3	Long. Influencia
3+685,0	3+695,0	2,6	2,7	2,7	Long. Influencia
3+695,0	3+705,0	1,6	1,4	1,5	Tapa
3+705,0	3+715,0	2,7	2,5	2,6	Long. Influencia
3+715,0	3+725,0	2,5	2,0	2,3	Long. Influencia
3+725,0	3+735,0	2,2	2,1	2,2	Long. Influencia
3+735,0	3+745,0	2,3	1,5	1,9	Long. Influencia
3+745,0	3+755,0	2,0	2,9	2,5	-
3+755,0	3+765,0	1,0	1,4	1,2	-
3+765,0	3+775,0	1,7	1,3	1,5	-
3+775,0	3+785,0	1,8	1,5	1,7	-
3+785,0	3+795,0	2,4	1,8	2,1	-
3+795,0	3+805,0	3,1	1,4	2,3	-
3+805,0	3+815,0	2,0	0,8	1,4	-
3+815,0	3+825,0	1,6	1,5	1,6	-
3+825,0	3+835,0	1,5	1,4	1,5	-
3+835,0	3+845,0	1,1	1,5	1,3	-
3+845,0	3+855,0	1,3	1,4	1,4	-
3+855,0	3+865,0	1,8	1,4	1,6	-
3+865,0	3+875,0	1,4	1,7	1,6	-
3+875,0	3+885,0	0,6	0,8	0,7	-
3+885,0	3+895,0	0,8	0,6	0,7	-
3+895,0	3+905,0	1,7	1,4	1,6	-
3+905,0	3+915,0	1,1	1,3	1,2	-
3+915,0	3+925,0	1,2	1,3	1,3	-
3+925,0	3+935,0	2,2	2,3	2,3	-
3+935,0	3+945,0	1,4	2,6	2,0	-
3+945,0	3+955,0	2,3	1,8	2,1	-



000122

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 18 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
3+955,0	3+965,0	4,8	4,1	4,5	-
3+965,0	3+975,0	4,0	2,6	3,3	-
3+975,0	3+985,0	3,9	4,1	4,0	-
3+985,0	3+995,0	2,3	2,3	2,3	-
3+995,0	4+005,0	2,2	1,8	2,0	-
4+005,0	4+015,0	1,9	1,6	1,8	-
4+015,0	4+025,0	1,7	2,4	2,1	-
4+025,0	4+035,0	2,7	2,3	2,5	-
4+035,0	4+045,0	2,8	3,0	2,9	-
4+045,0	4+055,0	5,1	5,4	5,3	-
4+055,0	4+065,0	3,6	3,3	3,5	-
4+065,0	4+075,0	2,6	2,7	2,7	-
4+075,0	4+085,0	4,6	3,9	4,3	-
4+085,0	4+095,0	3,7	3,2	3,5	-
4+095,0	4+105,0	2,4	4,1	3,3	-
4+105,0	4+115,0	2,0	2,6	2,3	-
4+115,0	4+125,0	2,3	2,2	2,3	-
4+125,0	4+135,0	2,3	2,1	2,2	-
4+135,0	4+145,0	1,5	1,6	1,6	-
4+145,0	4+155,0	2,6	3,4	3,0	-
4+155,0	4+165,0	2,4	2,0	2,2	-
4+165,0	4+175,0	1,6	1,7	1,7	-
4+175,0	4+185,0	2,2	1,4	1,8	-
4+185,0	4+195,0	0,8	0,9	0,9	-
4+195,0	4+205,0	0,7	0,8	0,8	-
4+205,0	4+215,0	2,4	1,2	1,8	-
4+215,0	4+225,0	3,6	3,0	3,3	-
4+225,0	4+235,0	6,7	3,8	5,3	-
4+235,0	4+245,0	2,6	2,1	2,4	-
4+245,0	4+255,0	3,1	1,6	2,4	-
4+255,0	4+265,0	2,2	4,6	3,4	-
4+265,0	4+275,0	3,3	4,2	3,8	-
4+275,0	4+285,0	2,5	3,6	3,1	-
4+285,0	4+295,0	2,7	2,4	2,6	-
4+295,0	4+305,0	3,8	1,9	2,9	-
4+305,0	4+315,0	2,6	2,0	2,3	-
4+315,0	4+325,0	2,3	1,5	1,9	-
4+325,0	4+335,0	3,3	2,1	2,7	-
4+335,0	4+345,0	2,4	2,6	2,5	-
4+345,0	4+355,0	1,7	1,4	1,6	-
4+355,0	4+365,0	0,9	0,9	0,9	-
4+365,0	4+375,0	1,7	1,7	1,7	-
4+375,0	4+385,0	3,2	2,4	2,8	-
4+385,0	4+395,0	3,6	1,5	2,6	-
4+395,0	4+405,0	3,7	1,3	2,5	-
4+405,0	4+415,0	4,4	2,5	3,5	-
4+415,0	4+425,0	3,5	4,5	4,0	-



LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.
INFORME DE ENSAYO

RC-36 V.28

Aprobado: 2022-07-18

Página: 19 de 32

N° Informe

01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001

LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.

Muestra: 01-11426-23

Fecha: 2023-05-09

Sentido: 1-2

Lado: Derecho

Carril: Interno

Línea 1

Zona: 1-1

Ruta: 205

SC: 10281 y 19048

Longitud: 4250 m

Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
4+425,0	4+435,0	1,9	1,8	1,9	-
4+435,0	4+445,0	1,4	1,9	1,7	-
4+445,0	4+455,0	2,7	0,7	1,7	-
4+455,0	4+465,0	3,3	1,9	2,6	Tapa
4+465,0	4+475,0	2,4	2,2	2,3	Long. Influencia
4+475,0	4+485,0	2,8	1,7	2,3	Long. Influencia
4+485,0	4+495,0	2,3	2,0	2,2	Long. Influencia
4+495,0	4+505,0	4,7	3,4	4,1	Long. Influencia
4+505,0	4+515,0	2,1	1,4	1,8	-
4+515,0	4+525,0	4,0	1,4	2,7	-
4+525,0	4+535,0	6,6	1,3	4,0	-
4+535,0	4+545,0	2,3	1,0	1,7	-
4+545,0	4+555,0	2,4	1,8	2,1	-
4+555,0	4+565,0	1,8	1,2	1,5	-
4+565,0	4+575,0	2,8	1,5	2,2	-
4+575,0	4+585,0	2,7	1,3	2,0	-
4+585,0	4+595,0	3,3	2,5	2,9	-
4+595,0	4+605,0	3,9	2,5	3,2	-
4+605,0	4+615,0	1,0	1,4	1,2	-
4+615,0	4+625,0	2,3	1,5	1,9	-
4+625,0	4+635,0	2,0	2,6	2,3	Tapa
4+635,0	4+645,0	2,8	1,7	2,3	Long. Influencia
4+645,0	4+655,0	2,3	4,7	3,5	Tapa
4+655,0	4+665,0	3,3	4,0	3,7	Long. Influencia
4+665,0	4+675,0	7,2	4,9	6,1	Long. Influencia
4+675,0	4+685,0	3,4	2,9	3,2	Long. Influencia
4+685,0	4+695,0	3,2	1,4	2,3	Long. Influencia
4+695,0	4+705,0	3,2	2,3	2,8	-
4+705,0	4+715,0	1,9	2,1	2,0	-
4+715,0	4+725,0	2,0	1,1	1,6	Tapa
4+725,0	4+735,0	2,1	2,0	2,1	Long. Influencia
4+735,0	4+745,0	4,0	2,1	3,1	Long. Influencia
4+745,0	4+755,0	2,2	0,8	1,5	Long. Influencia
4+755,0	4+765,0	1,5	1,0	1,3	Long. Influencia
4+765,0	4+775,0	3,3	1,8	2,6	-
4+775,0	4+785,0	4,7	1,5	3,1	-
4+785,0	4+795,0	2,9	1,5	2,2	-
4+795,0	4+805,0	3,3	0,8	2,1	-
4+805,0	4+815,0	1,5	0,7	1,1	-
4+815,0	4+825,0	1,6	0,7	1,2	-
4+825,0	4+835,0	1,5	0,4	1,0	-
4+835,0	4+845,0	1,5	1,5	1,5	-
4+845,0	4+855,0	3,2	1,9	2,6	-
4+855,0	4+865,0	3,1	2,3	2,7	-
4+865,0	4+875,0	1,8	2,3	2,1	-
4+875,0	4+885,0	1,1	0,8	1,0	-
4+885,0	4+895,0	4,7	2,0	3,4	-

LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Laboratorio y Control de Calidad de Materiales

San Miguel de Desamparados, de la entrada de Casa Cuba, 400 metros este, Edificio, color terracota

E-mail: lgingenieriadepavimentos@gmail.com / gestordecalidad@lgingenieria.net Teléfonos: 2270-5555 / 2270-5554Laboratorio Acreditado: INTE ISO/ IEC 17025:2017, disponible en: www.eca.or.crCARBONO
INVENTARIO

Reconocido por el Gobierno de Costa Rica

EXFEDIENTE DCC PP 011 2020

Ver alcance y vigencia en www.carbodinstituto.org

000124

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 20 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
4+895,0	4+905,0	6,6	4,2	5,4	-
4+905,0	4+915,0	3,2	1,6	2,4	-
4+915,0	4+925,0	3,3	1,8	2,6	-
4+925,0	4+935,0	2,1	0,7	1,4	-
4+935,0	4+945,0	1,7	1,3	1,5	-
4+945,0	4+955,0	5,0	2,3	3,7	-
4+955,0	4+965,0	1,8	1,2	1,5	-
4+965,0	4+975,0	1,7	2,0	1,9	-
4+975,0	4+985,0	2,3	2,0	2,2	-
4+985,0	4+995,0	1,5	1,2	1,4	-
4+995,0	5+005,0	1,2	2,2	1,7	-
5+005,0	5+015,0	2,2	1,1	1,7	-
5+015,0	5+025,0	2,2	2,8	2,5	-
5+025,0	5+035,0	2,0	2,4	2,2	-
5+035,0	5+045,0	1,7	3,3	2,5	-
5+045,0	5+055,0	2,4	2,0	2,2	-
5+055,0	5+065,0	1,7	2,5	2,1	-
5+065,0	5+075,0	1,7	2,2	2,0	-
5+075,0	5+085,0	2,3	3,0	2,7	-
5+085,0	5+095,0	5,6	3,2	4,4	-
5+095,0	5+105,0	3,5	4,1	3,8	-
5+105,0	5+115,0	1,7	1,6	1,7	-
5+115,0	5+125,0	1,0	1,8	1,4	-
5+125,0	5+135,0	2,1	1,5	1,8	-
5+135,0	5+145,0	3,9	2,5	3,2	-
5+145,0	5+155,0	2,6	2,1	2,4	-
5+155,0	5+165,0	1,0	1,2	1,1	-
5+165,0	5+175,0	1,9	1,6	1,8	-
5+175,0	5+185,0	3,4	1,6	2,5	-
5+185,0	5+195,0	1,9	1,4	1,7	-
5+195,0	5+205,0	2,1	2,2	2,2	-
5+205,0	5+215,0	2,0	1,5	1,8	-
5+215,0	5+225,0	1,5	1,5	1,5	-
5+225,0	5+235,0	1,6	1,3	1,5	-
5+235,0	5+245,0	2,2	2,4	2,3	-
5+245,0	5+255,0	2,2	5,6	3,9	-
5+255,0	5+265,0	2,6	1,8	2,2	-
5+265,0	5+275,0	1,6	2,2	1,9	-
5+275,0	5+285,0	2,5	1,9	2,2	-
5+285,0	5+295,0	2,0	4,0	3,0	-
5+295,0	5+305,0	2,9	2,8	2,9	-
5+305,0	5+315,0	3,9	3,5	3,7	-
5+315,0	5+325,0	4,7	2,5	3,6	-
5+325,0	5+335,0	4,8	5,5	5,2	-
5+335,0	5+345,0	3,3	3,1	3,2	-
5+345,0	5+355,0	3,5	3,8	3,7	-
5+355,0	5+365,0	5,2	5,1	5,2	-



000125

LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS

LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.
INFORME DE ENSAYO

RC-36 V.28

Aprobado: 2022-07-18

Página: 21 de 32

N° Informe

01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001

LGC

INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.

Muestra: 01-11426-23

Fecha: 2023-05-09

Sentido: 1-2

Lado: Derecho

Carril: Interno

Línea 1

Zona: 1-1

Ruta: 205

SC: 10281 y 19048

Longitud: 4250 m

Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
5+365,0	5+375,0	4,7	3,1	3,9	-
5+375,0	5+385,0	4,9	3,5	4,2	-
5+385,0	5+395,0	3,5	3,0	3,3	-
5+395,0	5+405,0	1,9	2,1	2,0	-
5+405,0	5+415,0	1,5	1,1	1,3	-
5+415,0	5+425,0	3,3	2,4	2,9	-
5+425,0	5+435,0	3,0	1,9	2,5	-
5+435,0	5+445,0	3,3	1,5	2,4	-
5+445,0	5+455,0	2,0	1,2	1,6	-
5+455,0	5+465,0	4,0	2,8	3,4	-
5+465,0	5+475,0	1,8	1,8	1,8	-
5+475,0	5+485,0	1,9	1,5	1,7	-
5+485,0	5+495,0	4,6	2,1	3,4	-
5+495,0	5+505,0	7,5	3,1	5,3	-
5+505,0	5+515,0	2,4	1,6	2,0	-
5+515,0	5+525,0	2,1	2,0	2,1	-
5+525,0	5+535,0	3,6	3,2	3,4	-
5+535,0	5+545,0	2,9	2,9	2,9	-
5+545,0	5+555,0	2,8	2,2	2,5	-
5+555,0	5+565,0	3,9	2,0	3,0	-
5+565,0	5+575,0	1,7	1,7	1,7	-
5+575,0	5+585,0	0,9	0,8	0,9	-
5+585,0	5+595,0	1,2	1,0	1,1	-
5+595,0	5+605,0	1,6	1,8	1,7	-
5+605,0	5+615,0	1,7	1,8	1,8	-
5+615,0	5+625,0	1,9	1,4	1,7	-
5+625,0	5+635,0	1,0	0,9	1,0	-
5+635,0	5+645,0	1,7	2,1	1,9	-
5+645,0	5+655,0	1,8	1,0	1,4	-
5+655,0	5+665,0	0,9	1,3	1,1	-
5+665,0	5+675,0	1,9	1,7	1,8	-
5+675,0	5+685,0	2,2	1,5	1,9	-
5+685,0	5+695,0	3,3	2,0	2,7	-
5+695,0	5+705,0	3,5	1,5	2,5	-
5+705,0	5+715,0	2,4	2,2	2,3	-
5+715,0	5+725,0	2,0	1,5	1,8	-
5+725,0	5+735,0	3,2	2,3	2,8	-
5+735,0	5+745,0	2,0	1,9	2,0	-
5+745,0	5+755,0	6,0	5,5	5,8	-
5+755,0	5+765,0	4,6	3,9	4,3	-
5+765,0	5+775,0	5,9	4,6	5,3	-
5+775,0	5+785,0	4,8	2,0	3,4	-
5+785,0	5+795,0	2,5	1,2	1,9	-
5+795,0	5+805,0	2,4	2,0	2,2	-
5+805,0	5+815,0	3,3	1,3	2,3	-
5+815,0	5+825,0	3,0	0,9	2,0	-
5+825,0	5+835,0	1,8	0,9	1,4	-



LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.

Laboratorio y Control de Calidad de Materiales

San Miguel de Desamparados, de la entrada de Casa Cuba, 400 metros este, Edificio, color terracota

E-mail: lgcingenieriadepavimentos@gmail.com / gestordecalidad@lgcingenieria.net Teléfonos: 2270-5555 / 2270-5554Laboratorio Acreditado: INTE ISO/ IEC 17025:2017, disponible en: www.eca.or.cr**CARBONO
INVENTARIO**

Reconocido por el Gobierno de Costa Rica

EXEDIENTE DCC PP-01-2020

Ver alcance y vigencia en www.carbonoinventario.org

000126

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 22 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
		Muestra: 01-11426-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 1-2			Ruta: 205
		Lado: Derecho			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
5+835,0	5+845,0	2,5	2,2	2,4	-
5+845,0	5+855,0	2,4	1,3	1,9	-
5+855,0	5+865,0	2,2	1,5	1,9	-
5+865,0	5+875,0	3,3	2,2	2,8	-
5+875,0	5+885,0	3,0	2,5	2,8	-
5+885,0	5+895,0	5,7	3,9	4,8	-
5+895,0	5+900,0	3,8	6,3	5,1	-
Promedio general		2,6	2,2	2,4	-



000127

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 23 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Determinación del IRI cada 10 m LI, CI

Tabla 3.

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
5+900,0	5+890,0	4,4	4,4	4,4	-
5+890,0	5+880,0	2,0	3,9	3,0	-
5+880,0	5+870,0	2,5	2,9	2,7	-
5+870,0	5+860,0	4,1	2,0	3,1	-
5+860,0	5+850,0	2,3	2,0	2,2	-
5+850,0	5+840,0	2,1	1,6	1,9	-
5+840,0	5+830,0	2,5	3,3	2,9	-
5+830,0	5+820,0	1,6	1,7	1,7	-
5+820,0	5+810,0	2,3	2,0	2,2	-
5+810,0	5+800,0	2,8	1,5	2,2	-
5+800,0	5+790,0	1,7	1,7	1,7	-
5+790,0	5+780,0	2,2	2,7	2,5	-
5+780,0	5+770,0	2,1	1,1	1,6	-
5+770,0	5+760,0	3,2	2,1	2,7	-
5+760,0	5+750,0	2,4	2,8	2,6	-
5+750,0	5+740,0	6,8	4,3	5,6	-
5+740,0	5+730,0	3,2	3,7	3,5	-
5+730,0	5+720,0	4,0	4,1	4,1	-
5+720,0	5+710,0	2,9	2,1	2,5	-
5+710,0	5+700,0	2,1	1,9	2,0	-
5+700,0	5+690,0	2,5	2,2	2,4	-
5+690,0	5+680,0	2,9	3,1	3,0	-
5+680,0	5+670,0	3,4	2,6	3,0	-
5+670,0	5+660,0	2,6	2,2	2,4	-
5+660,0	5+650,0	1,1	1,2	1,2	Tapa
5+650,0	5+640,0	1,2	1,2	1,2	Long. Influencia
5+640,0	5+630,0	2,4	2,1	2,3	Long. Influencia
5+630,0	5+620,0	1,4	1,3	1,4	Long. Influencia
5+620,0	5+610,0	1,1	2,2	1,7	Long. Influencia
5+610,0	5+600,0	1,8	1,8	1,8	-
5+600,0	5+590,0	1,6	1,7	1,7	-
5+590,0	5+580,0	1,5	2,2	1,9	-
5+580,0	5+570,0	4,7	3,2	4,0	-
5+570,0	5+560,0	3,3	1,3	2,3	-
5+560,0	5+550,0	2,8	1,9	2,4	-
5+550,0	5+540,0	1,8	1,6	1,7	-
5+540,0	5+530,0	1,5	2,5	2,0	-
5+530,0	5+520,0	2,4	2,9	2,7	-
5+520,0	5+510,0	2,1	1,8	2,0	-
5+510,0	5+500,0	1,7	3,3	2,5	-
5+500,0	5+490,0	1,9	2,6	2,3	Tapa
5+490,0	5+480,0	1,1	2,1	1,6	Long. Influencia
5+480,0	5+470,0	2,0	1,3	1,7	Tapa



000128

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 24 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
5+470,0	5+460,0	2,7	1,7	2,2	Long. Influencia
5+460,0	5+450,0	1,8	2,0	1,9	Long. Influencia
5+450,0	5+440,0	1,6	1,9	1,8	Long. Influencia
5+440,0	5+430,0	1,5	2,7	2,1	Long. Influencia
5+430,0	5+420,0	3,4	2,2	2,8	-
5+420,0	5+410,0	1,9	0,9	1,4	-
5+410,0	5+400,0	2,4	1,4	1,9	Tapa
5+400,0	5+390,0	2,4	1,1	1,8	Long. Influencia
5+390,0	5+380,0	1,6	2,1	1,9	Long. Influencia
5+380,0	5+370,0	1,8	2,3	2,1	Long. Influencia
5+370,0	5+360,0	7,8	3,7	5,8	Long. Influencia
5+360,0	5+350,0	3,5	4,8	4,2	-
5+350,0	5+340,0	2,0	2,4	2,2	-
5+340,0	5+330,0	3,0	2,9	3,0	-
5+330,0	5+320,0	3,0	4,0	3,5	-
5+320,0	5+310,0	2,0	4,2	3,1	-
5+310,0	5+300,0	1,0	1,9	1,5	-
5+300,0	5+290,0	1,7	2,1	1,9	Tapa
5+290,0	5+280,0	2,7	2,8	2,8	Long. Influencia
5+280,0	5+270,0	2,6	2,4	2,5	Long. Influencia
5+270,0	5+260,0	1,9	2,0	2,0	Long. Influencia
5+260,0	5+250,0	1,7	1,3	1,5	Long. Influencia
5+250,0	5+240,0	1,6	3,2	2,4	-
5+240,0	5+230,0	2,5	2,5	2,5	-
5+230,0	5+220,0	3,1	1,7	2,4	-
5+220,0	5+210,0	1,4	2,0	1,7	Tapa
5+210,0	5+200,0	2,9	2,4	2,7	Long. Influencia
5+200,0	5+190,0	1,5	1,1	1,3	Long. Influencia
5+190,0	5+180,0	2,4	1,6	2,0	Long. Influencia
5+180,0	5+170,0	1,8	1,0	1,4	Long. Influencia
5+170,0	5+160,0	2,9	2,9	2,9	-
5+160,0	5+150,0	2,8	3,1	3,0	-
5+150,0	5+140,0	6,8	2,9	4,9	-
5+140,0	5+130,0	4,0	1,7	2,9	Tapa
5+130,0	5+120,0	2,5	2,0	2,3	Long. Influencia
5+120,0	5+110,0	2,4	2,1	2,3	Long. Influencia
5+110,0	5+100,0	2,0	1,4	1,7	Long. Influencia
5+100,0	5+090,0	4,4	2,9	3,7	Long. Influencia
5+090,0	5+080,0	3,1	2,0	2,6	-
5+080,0	5+070,0	3,4	1,8	2,6	-
5+070,0	5+060,0	2,9	1,9	2,4	-
5+060,0	5+050,0	1,6	1,7	1,7	-
5+050,0	5+040,0	1,8	1,8	1,8	-
5+040,0	5+030,0	2,1	5,1	3,6	-
5+030,0	5+020,0	4,8	1,9	3,4	-
5+020,0	5+010,0	3,7	2,0	2,9	-
5+010,0	5+000,0	3,6	3,2	3,4	Tapa



000129

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 25 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
5+000,0	4+990,0	4,1	4,5	4,3	Long. Influencia
4+990,0	4+980,0	2,6	1,2	1,9	Long. Influencia
4+980,0	4+970,0	2,6	1,5	2,1	Long. Influencia
4+970,0	4+960,0	3,6	2,4	3,0	Long. Influencia
4+960,0	4+950,0	1,9	2,4	2,2	-
4+950,0	4+940,0	1,2	1,3	1,3	-
4+940,0	4+930,0	1,5	1,8	1,7	-
4+930,0	4+920,0	2,1	1,7	1,9	-
4+920,0	4+910,0	2,7	2,3	2,5	-
4+910,0	4+900,0	1,5	1,3	1,4	-
4+900,0	4+890,0	1,9	2,6	2,3	-
4+890,0	4+880,0	1,3	3,2	2,3	-
4+880,0	4+870,0	1,7	1,8	1,8	-
4+870,0	4+860,0	4,9	3,1	4,0	Tapa
4+860,0	4+850,0	3,3	2,2	2,8	Long. Influencia
4+850,0	4+840,0	1,4	1,5	1,5	Long. Influencia
4+840,0	4+830,0	10,1	5,6	7,9	Long. Influencia
4+830,0	4+820,0	2,6	1,3	2,0	Long. Influencia
4+820,0	4+810,0	1,3	1,6	1,5	-
4+810,0	4+800,0	3,4	1,8	2,6	-
4+800,0	4+790,0	5,6	3,0	4,3	Tapa
4+790,0	4+780,0	3,0	1,6	2,3	Long. Influencia
4+780,0	4+770,0	2,2	1,7	2,0	Long. Influencia
4+770,0	4+760,0	3,4	2,2	2,8	Tapa
4+760,0	4+750,0	1,9	1,1	1,5	Long. Influencia
4+750,0	4+740,0	1,1	0,8	1,0	Long. Influencia
4+740,0	4+730,0	3,0	1,6	2,3	Long. Influencia
4+730,0	4+720,0	3,9	2,0	3,0	Long. Influencia
4+720,0	4+710,0	2,9	2,7	2,8	-
4+710,0	4+700,0	3,7	2,3	3,0	-
4+700,0	4+690,0	3,8	2,8	3,3	-
4+690,0	4+680,0	4,9	2,7	3,8	-
4+680,0	4+670,0	3,0	2,9	3,0	-
4+670,0	4+660,0	3,5	1,9	2,7	-
4+660,0	4+650,0	2,5	3,6	3,1	-
4+650,0	4+640,0	5,7	6,3	6,0	-
4+640,0	4+630,0	3,5	2,4	3,0	-
4+630,0	4+620,0	2,9	1,9	2,4	-
4+620,0	4+610,0	3,6	3,8	3,7	-
4+610,0	4+600,0	2,7	2,5	2,6	-
4+600,0	4+590,0	4,2	2,4	3,3	-
4+590,0	4+580,0	2,3	4,3	3,3	-
4+580,0	4+570,0	3,6	1,8	2,7	-
4+570,0	4+560,0	5,2	1,5	3,4	-
4+560,0	4+550,0	4,0	1,8	2,9	-
4+550,0	4+540,0	2,8	1,4	2,1	Tapa
4+540,0	4+530,0	2,3	1,7	2,0	Long. Influencia



000130

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 26 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
4+530,0	4+520,0	3,6	2,6	3,1	Long. Influencia
4+520,0	4+510,0	4,4	3,2	3,8	Long. Influencia
4+510,0	4+500,0	3,7	2,0	2,9	Long. Influencia
4+500,0	4+490,0	2,0	1,7	1,9	-
4+490,0	4+480,0	3,7	3,1	3,4	-
4+480,0	4+470,0	2,7	1,7	2,2	-
4+470,0	4+460,0	3,3	2,8	3,1	-
4+460,0	4+450,0	4,8	2,9	3,9	-
4+450,0	4+440,0	1,7	2,4	2,1	-
4+440,0	4+430,0	2,6	1,2	1,9	-
4+430,0	4+420,0	3,2	2,6	2,9	-
4+420,0	4+410,0	3,7	3,8	3,8	-
4+410,0	4+400,0	3,5	3,2	3,4	-
4+400,0	4+390,0	1,3	1,0	1,2	-
4+390,0	4+380,0	2,2	1,3	1,8	-
4+380,0	4+370,0	1,9	1,8	1,9	-
4+370,0	4+360,0	2,6	2,2	2,4	-
4+360,0	4+350,0	1,8	1,5	1,7	-
4+350,0	4+340,0	1,6	1,1	1,4	-
4+340,0	4+330,0	3,6	1,9	2,8	-
4+330,0	4+320,0	3,4	1,9	2,7	-
4+320,0	4+310,0	3,8	1,9	2,9	-
4+310,0	4+300,0	1,6	1,7	1,7	-
4+300,0	4+290,0	4,4	4,5	4,5	-
4+290,0	4+280,0	1,6	1,1	1,4	-
4+280,0	4+270,0	2,0	1,2	1,6	-
4+270,0	4+260,0	3,8	2,8	3,3	-
4+260,0	4+250,0	3,2	3,0	3,1	-
4+250,0	4+240,0	0,8	1,4	1,1	-
4+240,0	4+230,0	0,9	0,8	0,9	-
4+230,0	4+220,0	2,8	2,3	2,6	-
4+220,0	4+210,0	2,5	3,1	2,8	-
4+210,0	4+200,0	2,0	1,4	1,7	-
4+200,0	4+190,0	2,2	1,7	2,0	-
4+190,0	4+180,0	2,1	1,3	1,7	-
4+180,0	4+170,0	2,2	1,2	1,7	-
4+170,0	4+160,0	3,6	2,2	2,9	-
4+160,0	4+150,0	2,1	1,7	1,9	-
4+150,0	4+140,0	1,1	1,6	1,4	-
4+140,0	4+130,0	1,9	2,0	2,0	-
4+130,0	4+120,0	4,1	1,8	3,0	-
4+120,0	4+110,0	1,9	2,1	2,0	-
4+110,0	4+100,0	1,6	1,8	1,7	-
4+100,0	4+090,0	2,3	2,7	2,5	-
4+090,0	4+080,0	2,9	3,1	3,0	-
4+080,0	4+070,0	2,4	1,5	2,0	-
4+070,0	4+060,0	2,7	2,3	2,5	-



000131

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 27 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
4+060,0	4+050,0	4,0	4,1	4,1	-
4+050,0	4+040,0	2,2	1,9	2,1	-
4+040,0	4+030,0	1,8	1,6	1,7	-
4+030,0	4+020,0	1,8	2,8	2,3	-
4+020,0	4+010,0	1,5	1,9	1,7	-
4+010,0	4+000,0	2,2	1,5	1,9	-
4+000,0	3+990,0	3,2	5,2	4,2	-
3+990,0	3+980,0	3,2	3,9	3,6	-
3+980,0	3+970,0	4,1	2,0	3,1	-
3+970,0	3+960,0	5,1	4,0	4,6	-
3+960,0	3+950,0	2,7	2,4	2,6	-
3+950,0	3+940,0	3,9	2,4	3,2	-
3+940,0	3+930,0	1,9	2,3	2,1	-
3+930,0	3+920,0	2,0	1,6	1,8	-
3+920,0	3+910,0	2,6	1,3	2,0	-
3+910,0	3+900,0	2,9	1,2	2,1	-
3+900,0	3+890,0	3,2	1,4	2,3	-
3+890,0	3+880,0	1,0	1,0	1,0	-
3+880,0	3+870,0	1,1	1,0	1,1	-
3+870,0	3+860,0	2,2	1,1	1,7	-
3+860,0	3+850,0	2,8	1,1	2,0	-
3+850,0	3+840,0	1,3	1,4	1,4	-
3+840,0	3+830,0	1,9	1,9	1,9	-
3+830,0	3+820,0	3,5	2,3	2,9	-
3+820,0	3+810,0	1,7	1,7	1,7	-
3+810,0	3+800,0	4,9	1,6	3,3	-
3+800,0	3+790,0	2,3	1,7	2,0	-
3+790,0	3+780,0	2,3	1,6	2,0	-
3+780,0	3+770,0	2,3	1,8	2,1	-
3+770,0	3+760,0	2,9	2,1	2,5	-
3+760,0	3+750,0	1,9	1,8	1,9	-
3+750,0	3+740,0	2,0	2,3	2,2	-
3+740,0	3+730,0	1,3	1,7	1,5	-
3+730,0	3+720,0	3,8	3,0	3,4	-
3+720,0	3+710,0	1,9	1,7	1,8	-
3+710,0	3+700,0	1,3	1,2	1,3	-
3+700,0	3+690,0	1,5	1,3	1,4	-
3+690,0	3+680,0	4,6	1,7	3,2	-
3+680,0	3+670,0	3,5	2,5	3,0	-
3+670,0	3+660,0	4,1	3,8	4,0	-
3+660,0	3+650,0	2,6	3,2	2,9	-
3+650,0	3+640,0	2,3	2,3	2,3	-
3+640,0	3+630,0	2,5	1,9	2,2	-
3+630,0	3+620,0	2,1	1,8	2,0	-
3+620,0	3+610,0	2,4	1,5	2,0	-
3+610,0	3+600,0	3,5	2,3	2,9	-
3+600,0	3+590,0	4,4	3,5	4,0	-



000132

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 28 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23		Línea 1	
		Fecha: 2023-05-09		Zona: 1-1	
		Sentido: 2-1		Ruta: 205	
		Lado: Izquierdo		SC: 10281 y 19048	
		Carril: Interno		Longitud: 4250 m	
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
3+590,0	3+580,0	3,9	3,1	3,5	-
3+580,0	3+570,0	6,5	6,7	6,6	-
3+570,0	3+560,0	7,5	7,8	7,7	-
3+560,0	3+550,0	1,7	2,1	1,9	-
3+550,0	3+540,0	15,8	15,0	15,4	Reductor
3+540,0	3+530,0	14,1	14,2	14,2	Long. Influencia
3+530,0	3+520,0	1,5	0,8	1,2	Long. Influencia
3+520,0	3+510,0	1,2	1,7	1,5	Tapa
3+510,0	3+500,0	1,3	1,7	1,5	Long. Influencia
3+500,0	3+490,0	1,4	2,5	2,0	Long. Influencia
3+490,0	3+480,0	1,1	1,1	1,1	Long. Influencia
3+480,0	3+470,0	1,3	1,4	1,4	Long. Influencia
3+470,0	3+460,0	8,0	8,0	8,0	-
3+460,0	3+450,0	14,5	14,9	14,7	-
3+450,0	3+440,0	13,7	12,7	13,2	Reductor
3+440,0	3+430,0	3,1	3,1	3,1	Long. Influencia
3+430,0	3+420,0	1,4	1,1	1,3	Long. Influencia
3+420,0	3+410,0	1,7	2,6	2,2	Long. Influencia
3+410,0	3+400,0	1,6	1,3	1,5	Long. Influencia
3+400,0	3+390,0	1,3	1,4	1,4	-
3+390,0	3+380,0	0,8	1,2	1,0	-
3+380,0	3+370,0	2,2	2,9	2,6	-
3+370,0	3+360,0	2,5	3,2	2,9	-
3+360,0	3+350,0	1,9	2,3	2,1	-
3+350,0	3+340,0	1,8	3,3	2,6	-
3+340,0	3+330,0	2,3	3,0	2,7	-
3+330,0	3+320,0	2,2	1,9	2,1	-
3+320,0	3+310,0	2,1	2,1	2,1	-
3+310,0	3+300,0	2,0	1,8	1,9	-
3+300,0	3+290,0	1,8	2,5	2,2	-
3+290,0	3+280,0	1,3	1,6	1,5	-
3+280,0	3+270,0	1,8	1,7	1,8	-
3+270,0	3+260,0	2,1	2,9	2,5	-
3+260,0	3+250,0	1,5	2,0	1,8	-
3+250,0	3+240,0	1,8	1,8	1,8	-
3+240,0	3+230,0	1,6	1,6	1,6	-
3+230,0	3+220,0	2,1	1,7	1,9	-
3+220,0	3+210,0	1,1	1,1	1,1	-
3+210,0	3+200,0	1,2	1,0	1,1	-
3+200,0	3+190,0	3,1	2,8	3,0	-
3+190,0	3+180,0	2,9	2,7	2,8	-
3+180,0	3+170,0	3,2	1,9	2,6	-
3+170,0	3+160,0	1,8	1,6	1,7	-
3+160,0	3+150,0	1,5	1,0	1,3	-
3+150,0	3+140,0	4,1	1,6	2,9	-
3+140,0	3+130,0	6,2	2,6	4,4	-
3+130,0	3+120,0	4,6	2,6	3,6	-



000133

 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 29 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
3+120,0	3+110,0	4,6	2,0	3,3	-
3+110,0	3+100,0	2,6	1,8	2,2	-
3+100,0	3+090,0	1,1	1,3	1,2	-
3+090,0	3+080,0	1,7	1,3	1,5	-
3+080,0	3+070,0	3,3	2,7	3,0	-
3+070,0	3+060,0	2,6	1,7	2,2	-
3+060,0	3+050,0	1,9	1,3	1,6	-
3+050,0	3+040,0	1,4	1,6	1,5	-
3+040,0	3+030,0	2,5	2,8	2,7	-
3+030,0	3+020,0	1,9	2,0	2,0	-
3+020,0	3+010,0	1,3	1,0	1,2	-
3+010,0	3+000,0	1,2	1,3	1,3	Tapa
3+000,0	2+990,0	1,3	0,7	1,0	Long. Influencia
2+990,0	2+980,0	3,1	1,7	2,4	Long. Influencia
2+980,0	2+970,0	2,3	2,2	2,3	Long. Influencia
2+970,0	2+960,0	2,2	2,2	2,2	Long. Influencia
2+960,0	2+950,0	1,9	2,1	2,0	-
2+950,0	2+940,0	2,0	1,1	1,6	Tapa
2+940,0	2+930,0	3,0	1,3	2,2	Long. Influencia
2+930,0	2+920,0	1,5	2,5	2,0	Long. Influencia
2+920,0	2+910,0	2,0	1,7	1,9	Long. Influencia
2+910,0	2+900,0	3,0	1,7	2,4	Long. Influencia
2+900,0	2+890,0	3,8	1,3	2,6	-
2+890,0	2+880,0	2,0	0,9	1,5	-
2+880,0	2+870,0	2,4	1,1	1,8	-
2+870,0	2+860,0	1,1	0,7	0,9	-
2+860,0	2+850,0	1,1	1,1	1,1	-
2+850,0	2+840,0	2,0	1,8	1,9	-
2+840,0	2+830,0	1,4	1,1	1,3	-
2+830,0	2+820,0	1,9	1,4	1,7	-
2+820,0	2+810,0	2,4	1,5	2,0	-
2+810,0	2+800,0	1,6	1,0	1,3	-
2+800,0	2+790,0	2,0	1,4	1,7	-
2+790,0	2+780,0	1,5	1,0	1,3	-
2+780,0	2+770,0	3,6	1,8	2,7	-
2+770,0	2+760,0	2,5	3,2	2,9	-
2+760,0	2+750,0	1,9	1,9	1,9	-
2+750,0	2+740,0	3,4	2,0	2,7	-
2+740,0	2+730,0	2,3	1,8	2,1	Tapa
2+730,0	2+720,0	2,2	1,6	1,9	Long. Influencia
2+720,0	2+710,0	2,5	1,9	2,2	Long. Influencia
2+710,0	2+700,0	2,3	0,8	1,6	Long. Influencia
2+700,0	2+690,0	2,7	1,8	2,3	Long. Influencia
2+690,0	2+680,0	2,1	2,2	2,2	-
2+680,0	2+670,0	3,2	1,9	2,6	-
2+670,0	2+660,0	1,5	1,4	1,5	-
2+660,0	2+650,0	2,2	1,5	1,9	-



000134

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 30 de 32
		N° Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23			Línea 1
		Fecha: 2023-05-09			Zona: 1-1
		Sentido: 2-1			Ruta: 205
		Lado: Izquierdo			SC: 10281 y 19048
		Carril: Interno			Longitud: 4250 m
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
2+650,0	2+640,0	1,7	1,9	1,8	-
2+640,0	2+630,0	1,5	0,9	1,2	-
2+630,0	2+620,0	1,3	1,1	1,2	-
2+620,0	2+610,0	0,7	1,3	1,0	-
2+610,0	2+600,0	0,9	2,0	1,5	-
2+600,0	2+590,0	1,5	1,3	1,4	-
2+590,0	2+580,0	2,8	2,6	2,7	-
2+580,0	2+570,0	3,2	1,8	2,5	-
2+570,0	2+560,0	2,4	2,2	2,3	-
2+560,0	2+550,0	4,9	2,3	3,6	-
2+550,0	2+540,0	1,7	2,1	1,9	-
2+540,0	2+530,0	2,7	1,8	2,3	-
2+530,0	2+520,0	4,2	1,9	3,1	-
2+520,0	2+510,0	2,4	1,1	1,8	-
2+510,0	2+500,0	1,7	0,8	1,3	Tapa
2+500,0	2+490,0	1,7	1,3	1,5	Long. Influencia
2+490,0	2+480,0	2,2	1,5	1,9	Long. Influencia
2+480,0	2+470,0	4,3	2,4	3,4	Long. Influencia
2+470,0	2+460,0	3,5	1,9	2,7	Long. Influencia
2+460,0	2+450,0	2,8	3,6	3,2	-
2+450,0	2+440,0	1,8	2,0	1,9	-
2+440,0	2+430,0	1,4	1,6	1,5	-
2+430,0	2+420,0	1,0	1,8	1,4	-
2+420,0	2+410,0	1,6	1,6	1,6	-
2+410,0	2+400,0	1,7	1,5	1,6	-
2+400,0	2+390,0	1,3	1,6	1,5	-
2+390,0	2+380,0	1,6	2,6	2,1	-
2+380,0	2+370,0	1,8	1,5	1,7	-
2+370,0	2+360,0	2,4	2,2	2,3	-
2+360,0	2+350,0	1,4	1,7	1,6	-
2+350,0	2+340,0	1,3	1,6	1,5	-
2+340,0	2+330,0	1,9	1,3	1,6	-
2+330,0	2+320,0	2,5	2,8	2,7	-
2+320,0	2+310,0	5,6	3,4	4,5	-
2+310,0	2+300,0	2,5	1,4	2,0	-
2+300,0	2+290,0	1,3	1,1	1,2	-
2+290,0	2+280,0	1,3	1,1	1,2	-
2+280,0	2+270,0	2,8	2,1	2,5	-
2+270,0	2+260,0	2,4	2,4	2,4	-
2+260,0	2+250,0	0,8	1,5	1,2	-
2+250,0	2+240,0	1,7	2,9	2,3	-
2+240,0	2+230,0	2,0	1,5	1,8	-
2+230,0	2+220,0	1,6	1,2	1,4	-
2+220,0	2+210,0	1,5	1,2	1,4	Tapa
2+210,0	2+200,0	4,6	2,1	3,4	Long. Influencia
2+200,0	2+190,0	3,1	1,4	2,3	Long. Influencia
2+190,0	2+180,0	1,8	1,3	1,6	Long. Influencia



000135

 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 31 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23		Línea 1	
		Fecha: 2023-05-09		Zona: 1-1	
		Sentido: 2-1		Ruta: 205	
		Lado: Izquierdo		SC: 10281 y 19048	
		Carril: Interno		Longitud: 4250 m	
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
2+180,0	2+170,0	2,3	1,9	2,1	Tapa
2+170,0	2+160,0	2,2	1,4	1,8	Long. Influencia
2+160,0	2+150,0	2,7	2,4	2,6	Long. Influencia
2+150,0	2+140,0	2,9	4,1	3,5	Long. Influencia
2+140,0	2+130,0	1,6	1,1	1,4	Long. Influencia
2+130,0	2+120,0	3,1	1,7	2,4	-
2+120,0	2+110,0	1,8	1,9	1,9	-
2+110,0	2+100,0	3,3	2,5	2,9	-
2+100,0	2+090,0	3,1	4,5	3,8	Tapa
2+090,0	2+080,0	1,5	2,2	1,9	Long. Influencia
2+080,0	2+070,0	2,0	1,7	1,9	Long. Influencia
2+070,0	2+060,0	5,8	3,5	4,7	Long. Influencia
2+060,0	2+050,0	5,7	2,6	4,2	Long. Influencia
2+050,0	2+040,0	4,3	3,2	3,8	-
2+040,0	2+030,0	3,1	2,0	2,6	-
2+030,0	2+020,0	2,0	1,6	1,8	-
2+020,0	2+010,0	1,9	1,5	1,7	-
2+010,0	2+000,0	2,1	1,4	1,8	-
2+000,0	1+990,0	2,0	1,7	1,9	-
1+990,0	1+980,0	1,5	1,1	1,3	-
1+980,0	1+970,0	2,0	1,3	1,7	-
1+970,0	1+960,0	2,3	2,1	2,2	-
1+960,0	1+950,0	4,2	2,4	3,3	-
1+950,0	1+940,0	8,1	3,2	5,7	-
1+940,0	1+930,0	5,2	2,0	3,6	-
1+930,0	1+920,0	2,3	2,5	2,4	-
1+920,0	1+910,0	2,7	2,5	2,6	Tapa
1+910,0	1+900,0	4,1	2,7	3,4	Long. Influencia
1+900,0	1+890,0	1,8	1,6	1,7	Long. Influencia
1+890,0	1+880,0	3,0	2,9	3,0	Long. Influencia
1+880,0	1+870,0	5,5	2,7	4,1	Long. Influencia
1+870,0	1+860,0	1,6	1,8	1,7	-
1+860,0	1+850,0	3,2	0,9	2,1	-
1+850,0	1+840,0	3,1	1,6	2,4	Tapa
1+840,0	1+830,0	2,9	2,2	2,6	Long. Influencia
1+830,0	1+820,0	1,6	1,7	1,7	Long. Influencia
1+820,0	1+810,0	4,5	3,6	4,1	Long. Influencia
1+810,0	1+800,0	1,7	3,0	2,4	Long. Influencia
1+800,0	1+790,0	2,5	3,5	3,0	-
1+790,0	1+780,0	1,8	1,7	1,8	-
1+780,0	1+770,0	4,9	5,1	5,0	-
1+770,0	1+760,0	2,5	6,5	4,5	-
1+760,0	1+750,0	2,8	2,9	2,9	-
1+750,0	1+740,0	2,8	2,3	2,6	-
1+740,0	1+730,0	1,7	2,3	2,0	-
1+730,0	1+720,0	3,1	2,5	2,8	Tapa
1+720,0	1+710,0	2,3	2,1	2,2	Long. Influencia



 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 32 de 32
		Nº Informe 01-1177-2023

Proyecto: 2022CD-000149-0006000001					
 LGC INGENIERIA DE PAVIMENTOS S.A.		Muestra: 01-11425-23		Línea 1	
		Fecha: 2023-05-09		Zona: 1-1	
		Sentido: 2-1		Ruta: 205	
		Lado: Izquierdo		SC: 10281 y 19048	
		Carril: Interno		Longitud: 4250 m	
Estación de inicio (odómetro) (m)	Estación de fin (odómetro) (m)	Huella Derecha IRI (m/km)	Huella Izquierda IRI (m/km)	Medición Final Promedio IRI (MRI) (m/km)	Eventos y/o singularidades
1+710,0	1+700,0	1,1	2,4	1,8	Long. Influencia
1+700,0	1+690,0	1,4	2,5	2,0	Tapa
1+690,0	1+680,0	3,7	2,7	3,2	Long. Influencia
1+680,0	1+670,0	2,8	2,7	2,8	Long. Influencia
1+670,0	1+660,0	3,0	2,6	2,8	Long. Influencia
1+660,0	1+650,0	7,7	6,6	7,2	Long. Influencia
Promedio general		2,7	2,3	2,5	-

Notas

Nota 1: Sin la aprobación de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduzca en su totalidad, para dar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.

Nota 2: Estimado cliente cuando sea necesario, se le reportará la condición del ítem; en la casilla de observaciones. Por ejemplo, material contaminado, material muy húmedo fue secado previo a las pruebas, etc.

Nota 3: Los resultados obtenidos corresponden únicamente a los ítems ensayados.

Nota 4: Los resultados de ensayo (s) que han sido por servicios externamente suministrados se encuentran identificados mediante el uso de paréntesis, cuadrados ([Resultado obtenido]).

Nota 5: Cualquier observación o comentario sobre nuestros servicios, favor enviarlo a nuestro correo electrónico, lgcingenieriadepavimentos@gmail.com.

Nota 6: Si desea formular una queja o reclamo, comunicarse con gestor de calidad o al correo gestordecalidad@lgcingenieria.net

Nota 7: Si desea conocer el alcance del laboratorio puede visitar el sitio web del ECA www.eca.or.cr

Nota 8: El símbolo de acreditación se utiliza en este registro únicamente si se incluyen resultados de ensayos dentro del alcance de acreditación de nuestro laboratorio.

Nota 9: "La incertidumbre expandida reportada, se declara la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por un factor de cobertura k que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95 %." La estimación de la incertidumbre se realiza con el "RC-37: Incertidumbre", se encuentra a disposición del cliente en el RC-78 Incertidumbres expandidas relativas para los métodos de ensayo".

Nota 10: Cuando se requiera declarar conformidad de los resultados y el cliente o la especificación no aportan la regla de decisión, se tomará como regla la siguiente: "Si el valor de la medición del ensayo se encuentra entre lo especificado en el cartel y/o especificaciones técnicas para el proyecto, se da conformidad de aceptación, caso contrario se declara incumplimiento con la especificación"

C/c Archivo

-----Última línea-----



**Anexo 2. Informes de resultados ensayos de caracterización de
materiales Calle El Cerro y Calle Jaules.**

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 1 de 10
		Nº Informe 01-2057-2023

San José, Costa Rica, 24 de agosto del 2023

Proyecto: Zona-1, Licitación N°PRVC-II-112-CP-2020, Mantenimiento rutinario mecanizado de los caminos el cantón de Oreamuno.

Nombre del cliente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte
Dirección del cliente: San José, Plaza Víquez.

Información del contacto del cliente:
 Ing. Alonso Segura
 Teléfono: 8976-0727



Información de la muestra

Fecha de recepción de la muestra: 2023-08-09
 Identificación de la muestra: 01-22092-2023, 01-22093-2023
 Descripción: Sondeos a cielo abierto (Calicatas)

Muestreo (s)

(-) Cliente
 (X) Personal del laboratorio

Ingreso de Muestra:

(X) RC-05: 38480
 (-) RC-84: No hay
 Método de Muestreo: Aplica ☒ (ver tabla de Ensayos realizados) No Aplica ☐

Plan de Muestreo: según en RC-101 "Trabajos diarios en campo"

Fecha de realización del muestreo: 2023-08-08
 Lugar del muestreo: En sitio, Calle el Cerro La Lechería.
 Lugar de realización del ensayo: En sitio, Laboratorio 01 LGC Ingeniería de Pavimento S.A.

Observaciones:

No hay.

Atentamente

CARMEN VIVIANA SEGURA CAMACHO (FIRMA)
 Firmado digitalmente por CARMEN VIVIANA SEGURA CAMACHO (FIRMA)
 Fecha: 2023.08.28 07:31:43 -06'00'

ROMMEL ENRIQUE GONZALEZ GOMEZ (FIRMA)
 Firmado digitalmente por ROMMEL ENRIQUE GONZALEZ GOMEZ (FIRMA)
 Fecha: 2023.08.28 07:32:41 -06'00'

AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)
 Firmado digitalmente por AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)
 Fecha: 2023.08.28 07:33:29 -06'00'

Ing. Viviana Segura Camacho
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de elaborar el informe

Ing. Rommel González Gómez
 Coordinadora de Ingeniería
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de revisar el Informe

Ing. Amed Aldi Bolaños
 Director de Ingeniería
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de aprobar el Informe

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 2 de 10
		Nº Informe 01-2057-2023

Estimado Señor,

A continuación, le presento el resultado de los ensayos realizados a los materiales extraídos en los sondeos a cielo abierto (Calicatas) en el proyecto de referencia.

Ensayos Realizados:

Nombre del Ensayo	Método de Ensayo	Ensayo Acreditado (*)	Ensayo No Acreditado (**)
I-31 Método de Ensayo para la relación densidad-humedad de agregados y suelos método estándar y modificado	AASHTO T-180	X	-
I-05 Reducción de muestras de agregado método B	AASHTO R-76	X	-
I-09 Muestreo de agregados	AASHTO T2 ASTM D75	X	-
I-37 Método de ensayo para el análisis granulométrico de agregados	AASHTO T11 AASHTO T27	X	-
I-31 Método de Ensayo para la relación densidad-humedad de agregados y suelos método estándar y modificado	AASHTO T-99	X	-
I-28 Método de ensayo para el Límite líquido límite plástico e índice de plasticidad en agregados y suelos	AASHTO T-89 AASHTO T-90	X	-
I-30 Método de ensayo para el índice de soporte California CBR de agregados y suelos compactados en laboratorio método estándar y modificado	AASHTO T-193	X	-
Método de ensayo para espesor de capas de material granular y mezcla asfáltica	-	-	X

(Ampliar o reducir esta tabla según lo requerido)

Los ensayos acreditados se identifican con un asterisco (*) y la leyenda "Ensayo Acreditado". Y para los no acreditados se identifican con dos asteriscos (**) y la leyenda "Ensayo no acreditado".

Ensayo

El laboratorio realizó el ensayo de acuerdo con los procedimientos y registros que forman parte del sistema de gestión de calidad.

Tabla de Contenido

Resultados de Ensayos	3
Sondeo de espesores (Calicatas)	3
Análisis de Sondeos a Cielo Abierto (Calicatas)	4
Notas	10

-----Salto de Página-----

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 3 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Resultados de Ensayos

Sondeo de espesores (Calicatas)

Tabla N°1

Método de ensayo para espesor de capas de material granular y mezcla asfáltica

Ubicación: Calle el Cerro La Lechería

Fecha de realización: 2023-08-08

Muestra LGC: 01-22092-2023

Calicata N°1

Ubicación: Calle el Cerro La Lechería LC	
Capa	Espesor (cm)
Capa N°1 (Material granular)	15
Capa N°2 (Material granular)	25
Subrasante	∞

Tabla N°2

Método de ensayo para espesor de capas de material granular y mezcla asfáltica

Ubicación: Calle el Cerro rente a imagen del corazón de

Fecha de realización: 2023-08-08

Muestra LGC: 01-22093-2023

Calicata N°2

Ubicación: Calle el Cerro La Lechería LC	
Capa	Espesor (cm)
Capa N°1 (Material granular)	15
Capa N°2 (Material granular)	25
Subrasante	∞

-----Salto de Página-----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 4 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Análisis de Sondeos a Cielo Abierto (Calicatas)

Tabla N°3
Calicata N°1

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22092-2023 Calicata #1 Capa #1 Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-21	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		N/P
				Índice Plástico (%)		
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17 Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp .	2,54 mm (0,1 in) de penetración	39,0
				5,08 mm (0,2 in) de penetración		50,0
				95 % Comp .	2,54 mm (0,1 in) de penetración	58,0
				5,08 mm (0,2 in) de penetración		72,0
				97 % Comp .	2,54 mm (0,1 in) de penetración	68,0
				5,08 mm (0,2 in) de penetración		86,0
				Expansión (%)		-0,01
	2023-08-16	(*) AASHTO T-180	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Modificado) Método C	Densidad Máxima (kg/m³)		2090
				Humedad Óptima (%)		9,1
	2023-08-18	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				9	228,6	100
				8	203,2	83
				5	127,0	62
				3	76,2	53
				2 1/2	63,5	51
				2	50,8	47
				1 1/2	38,1	45
				1	25,4	42
				3/4	19,0	41
				1/2	12,7	38
				3/8	9,5	37
				Nº 4	4,75	33
				Nº 10	2,00	28
				Nº 40	0,425	15
				Nº 200	0,075	6,2

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 5 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Tabla N°4
Calicata N°1

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22092-2023 Calicata #1 Capa #2 Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-21	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		32
				Índice Plástico (%)		13
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 %	2,54 mm (0,1 in) de penetración	20,0
				Comp.	5,08 mm (0,2 in) de penetración	24,0
	Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21			95 %	2,54 mm (0,1 in) de penetración	30,0
				Comp.	5,08 mm (0,2 in) de penetración	36,0
				97 %	2,54 mm (0,1 in) de penetración	36,0
				Comp.	5,08 mm (0,2 in) de penetración	42,0
				Expansión (%)		0,41
	2023-08-16	(*) AASHTO T-180	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Modificado) Método C	Densidad Máxima (kg/m³)		2124
				Humedad Óptima (%)		7,3
	2023-08-18	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				4	101,6	100
				3	76,2	90
				2 1/2	63,5	85
				2	50,8	81
				1 1/2	38,1	76
				1	25,4	62
				3/4	19,0	56
				1/2	12,7	45
				3/8	9,5	39
				N° 4	4,75	27
				N° 10	2,00	23
				N° 40	0,425	15
				N° 200	0,075	8,7

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 6 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Tabla N°5

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22092-2023 Calicata #1 Capa #3 Subrasante Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-21	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		60
				Índice Plástico (%)		21
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	4,2
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	4,0
	Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21			95 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	7,1
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	6,7
				97 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	8,6
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	8,2
				Expansión (%)		1,25
	2023-08-16	(*) AASHTO T-99	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Estándar) Método A	Densidad Máxima (kg/m³) Humedad Óptima (%)		1265
				Humedad Óptima (%)		35,1
	2023-08-18	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENT AJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				N° 4	4,75	100
				N° 10	2,00	97
				N° 40	0,425	90
				N° 200	0,075	73,6

-----Salto de Página-----

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 7 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Tabla N°6

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22093-2023 Calicata #2 Capa #1 Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-18	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		37
				Índice Plástico (%)		13
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	17,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	23,0
	Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21			95 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	33,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	38,0
				97 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	39,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	45,0
				Expansión (%)		0,22
	2023-08-16	(*) AASHTO T-180	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Modificado) Método C	Densidad Máxima (kg/m³)		2124
				Humedad Óptima (%)		7,3
	2023-08-18	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				4	101,6	100
				3	76,2	91
				2 1/2	63,5	89
				2	50,8	83
				1 1/2	38,1	72
				1	25,4	62
				3/4	19,0	55
				1/2	12,7	47
				3/8	9,5	42
				N° 4	4,75	31
				N° 10	2,00	26
				N° 40	0,425	16
				N° 200	0,075	9,6

-----Salto de Página -----



Tabla N°7

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22093-2023 Calicata #2 Capa #2 Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-18	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		44
				Índice Plástico (%)		10
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17 Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp	2,54 mm (0,1 in) de penetración	18,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	23,0
				95 % Comp	2,54 mm (0,1 in) de penetración	24,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	36,0
				97 % Comp	2,54 mm (0,1 in) de penetración	35,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	44,0
				Expansión (%)		0,15
	2023-08-16	(*) AASHTO T-180	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Modificado) Método C	Densidad Máxima (kg/m³)		1624
				Humedad Óptima (%)		20,8
	2023-08-18	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				5 1/2	139,7	100
				5	127,0	85
				4	101,6	70
				2	50,8	64
				1 1/2	38,1	62
				1	25,4	55
				3/4	19,0	52
				1/2	12,7	46
				3/8	9,5	43
				Nº4	4,75	34
				Nº 10	2,00	30
				Nº 40	0,425	20
				Nº 200	0,075	11,5

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 9 de 10
		N° Informe 01-2057-2023

Tabla N°8

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-22093-2023 Calicata #2 Capa #3 Subrasante Fecha de muestreo: 2023-08-08	2023-08-21	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		50
				Índice Plástico (%)		7
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-08-17 Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-08-21	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	9,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	8,0
				95 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	15,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	14,0
				97 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	18,5
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	17,5
				Expansión (%)		0,49
	2023-08-16	(*) AASHTO T-99	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Estándar) Método A	Densidad Máxima (kg/m³) Humedad Óptima (%)		1153
				Humedad Óptima (%)		44,0
	2023-08-18		I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				N° 4	4,75	
				N° 10	2,00	
				N°40	0,425	
				N° 200	0,075	

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 10 de 10
		Nº Informe 01-2057-2023

Notas

Nota 1: Sin la aprobación de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduzca en su totalidad, para dar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.

Nota 2: Estimado cliente cuando sea necesario, se le reportara la condición del ítem; en la casilla de observaciones. Por ejemplo, material contaminado, material muy húmedo fue secado previo a las pruebas, etc.

Nota 3: Los resultados obtenidos corresponden únicamente a los ítems ensayados.

Nota 4: Los resultados de ensayo (s) que han sido por servicios externamente suministrados se encuentran identificados mediante el uso de paréntesis, cuadrados ([Resultado obtenido]).

Nota 5: Cualquier observación o comentario sobre nuestros servicios, favor enviarlo a nuestro correo electrónico, lgcingenieriadepavimentos@gmail.com.

Nota 6: Si desea formular una queja o reclamo, comunicarse con gestor de calidad o al correo gestordecalidad@lgcingenieria.net

Nota 7: Si desea conocer el alcance del laboratorio puede visitar el sitio web del ECA www.eqa.or.cr

Nota 8: El símbolo de acreditación se utiliza en este registro únicamente si se incluyen resultados de ensayos dentro del alcance de acreditación de nuestro laboratorio.

Nota 9: "La incertidumbre expandida reportada, se declara la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por un factor de cobertura k que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95 %." La estimación de la incertidumbre se realiza con el "RC-37: Incertidumbre", se encuentra a disposición del cliente en el RC-78 Incertidumbres expandidas relativas para los métodos de ensayo".

Nota 10: Quando se requiera declarar conformidad de los resultados y el cliente o la especificación no aportan la regla de decisión, se tomará como regla la siguiente: "Si el valor de la medición del ensayo se encuentra entre lo especificado en el cartel y/o especificaciones técnicas para el proyecto, se da conformidad de aceptación, caso contrario se declara incumplimiento con la especificación"

C/c Archivo

-----Última línea -----

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 1 de 6
		N° Informe 01-2500-2023

San José, Costa Rica, 20 de octubre del 2023

Proyecto: Zona-1, Licitación N°PRVC-II-123-CP-2020, Mantenimiento rutinario mecanizado de los caminos el cantón de Oreamuno.

Nombre del cliente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte
Dirección del cliente: San José, Plaza Viquez.

Información del contacto del cliente:

Ing. Alonso Segura
 Teléfono: 8976-0727



Información de la muestra

Fecha de recepción de la muestra: 2023-10-03
 Identificación de la muestra: 01-27615-2023
 Descripción: Sondeos a cielo abierto (Calicatas)

Muestreo (s)

(-) Cliente
 (X) Personal del laboratorio

Ingreso de Muestra:

(X) RC-05: 40519
 (-) RC-84: No hay

Método de Muestreo: Aplica ☒ (ver tabla de Ensayos realizados) No Aplica ☐

Plan de Muestreo: según en RC-101 "Trabajos diarios en campo"

Fecha de realización del muestreo: 2023-10-02
 Lugar del muestreo: En sitio, Calle el Cerro, Oreamuno
 Lugar de realización del ensayo: En sitio, Laboratorio 01 LGC Ingeniería de Pavimento S.A.

Observaciones:

No hay.

Atentamente,

RAFAEL ESTEBAN MORA TAMES (FIRMA)
 Firmado digitalmente por RAFAEL ESTEBAN MORA TAMES (FIRMA)
 Fecha: 2023.10.26 12:31:38 -06'00'

Rafael Mora Tames
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de elaborar el informe

CARMEN VIVIANA SEGURA CAMACHO (FIRMA)
 Firmado digitalmente por CARMEN VIVIANA SEGURA CAMACHO (FIRMA)
 Fecha: 2023.10.26 12:32:14 -06'00'

Ing. Viviana Segura Camacho
 Coordinadora de Ingeniería
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de revisar el Informe

AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)
 Firmado digitalmente por AMED ALDI BOLAÑOS (FIRMA)
 Fecha: 2023.10.26 13:11:34 -06'00'

Ing. Amed Aldi Bolaños
 Director de Ingeniería
 LGC Ingeniería de Pavimentos S.A.
 Encargado de aprobar el Informe

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 2 de 6
		N° Informe 01-2500-2023

Estimados Señores,

A continuación, le presento el resultado de los ensayos realizados a los materiales extraídos en los sondeos a cielo abierto (Calicatas) en el proyecto de referencia.

Ensayos Realizados:

Nombre del Ensayo	Método de Ensayo	Ensayo Acreditado (*)	Ensayo No Acreditado (**)
I-31 Método de Ensayo para la relación densidad-humedad de agregados y suelos método estándar y modificado	AASHTO T-180	X	-
I-05 Reducción de muestras de agregado método B	AASHTO R-76	X	-
I-09 Muestreo de agregados	AASHTO T2 ASTM D75	X	-
I-37 Método de ensayo para el análisis granulométrico de agregados	AASHTO T11 AASHTO T27	X	-
I-31 Método de Ensayo para la relación densidad-humedad de agregados y suelos método estándar y modificado	AASHTO T-99	X	-
I-28 Método de ensayo para el Límite líquido límite plástico e índice de plasticidad en agregados y suelos	AASHTO T-89 AASHTO T-90	X	-
I-30 Método de ensayo para el índice de soporte California CBR de agregados y suelos compactados en laboratorio método estándar y modificado	AASHTO T-193	X	-

(Ampliar o reducir esta tabla según lo requerido)

Los ensayos acreditados se identifican con un asterisco (*) y la leyenda "Ensayo Acreditado". Y para los no acreditados se identifican con dos asteriscos (**) y la leyenda "Ensayo no acreditado".

Ensayo

El laboratorio realizó el ensayo de acuerdo con los procedimientos y registros que forman parte del sistema de gestión de calidad.

Tabla de Contenido

Resultados de Ensayos	3
Sondeo de espesores (Calicatas)	3
Análisis de Sondeos a Cielo Abierto (Calicatas)	4
Notas	6

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 3 de 6
		N° Informe 01-2500-2023

Resultados de Ensayos

Sondeo de espesores (Calicatas)

Tabla N°1

Método de ensayo para espesor de capas de material granular y mezcla asfáltica

Ubicación: Calle el Cerro

Fecha de realización: 2023-10-02

Muestra LGC: 01-27615-2023

Calicata N°1

Ubicación: Calle el Cerro La Lechería LC	
Capa	Espesor (cm)
Capa N°1 (Material granular)	15
Subrasante	∞

-----Salto de Página-----



Análisis de Sondeos a Cielo Abierto (Calicatas)

Tabla N°2
Calicata N°1

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-27615-2023 Calicata #1 Capa #1 (Lastre rojizo) Fecha de muestreo: 2023-10-02	2023-10-18	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		NP
				Índice Plástico (%)		
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-10-16 Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-10-20	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	48,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	62,0
				95 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	85,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	106,0
				97 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	104,0
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	130,0
				Expansión (%)		-0,04
	2023-10-16	(*) AASHTO T-180	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Modificado) Método C	Densidad Máxima (kg/m³)		2072
				Humedad Óptima (%)		10,4
	2023-10-11	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				4	101,6	100
				3	76,2	90
				2 1/2	63,5	77
				2	50,8	64
				1 1/2	38,1	54
				1	25,4	46
				3/4	19,0	41
				1/2	12,7	37
				3/8	9,5	34
				# 4	4,75	30
				# 10	2,00	23
				# 40	0,425	11
				# 200	0,075	4,0
	2023-10-23	(*) AASHTO M-145 ASTM D-2487	I-60 Método de ensayo para la clasificación de suelos y agregados	Clasificación SUCS	GW Grava bien graduada con arena	-
				Clasificación AASHTO	A-1-a (0) Mayoritariamente grava, con arena y finos	

-----Salto de Página -----

	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 5 de 6
		N° Informe 01-2500-2023

Tabla N°3
Calicata N°1

MUESTRA	FECHA(S) DE REALIZACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	ENSAYO	RESULTADOS		
01-27615-2023 Calicata #1 Subrasante Fecha de muestreo: 2023-10-02	2023-10-18	(*) AASHTO T-89 AASHTO T-90	I-28 Límites de plasticidad	Límite Líquido (%)		59
				Índice Plástico (%)		13
	Fecha de Inicio del Ensayo: 2023-10-13	(*) AASHTO T-193	I-30 CBR de agregados y suelos (Esfuerzo Modificado) (%)	91 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	3,3
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	3,5
	Fecha de Finalización del Ensayo: 2023-10-17			95 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	5,3
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	5,9
				97 % Comp.	2,54 mm (0,1 in) de penetración	6,3
					5,08 mm (0,2 in) de penetración	7,1
				Expansión (%)		0,74
	2023-10-13	(*) AASHTO T-99	I-31 Relación densidad-humedad (Esfuerzo Estándar) Método A	Densidad Máxima (kg/m³)		1044
				Humedad Óptima (%)		49,3
	2023-10-11	(*) AASHTO T-11 AASHTO T-27	I-37 Análisis granulométrico de agregados y suelos	TAMIZ		PORCENTAJE PASADO (%)
				(in)	(mm)	
				1	25,4	100
				3/4	19,0	95
				1/2	12,7	93
				# 4	4,75	91
				# 10	2,00	89
				# 40	0,425	83
				# 200	0,075	59,0
	2023-10-23	(*) AASHTO M-145 ASTM D-2487	I-60 Método de ensayo para la clasificación de suelos y agregados	Clasificación SUCS	MH Limo de alta plasticidad, elástico arenoso	-
				Clasificación AASHTO	A-7-5 (8) Arcilla limosa de alta compresibilidad	

-----Salto de Página -----



	LGC INGENIERÍA DE PAVIMENTOS S.A. INFORME DE ENSAYO	RC-36 V.28
		Aprobado: 2022-07-18
		Página: 6 de 6
		N° Informe 01-2500-2023

Notas

Nota 1: Sin la aprobación de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduzca en su totalidad, para dar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.

Nota 2: Estimado cliente cuando sea necesario, se le reportara la condición del ítem; en la casilla de observaciones. Por ejemplo, material contaminado, material muy húmedo fue secado previo a las pruebas, etc.

Nota 3: Los resultados obtenidos corresponden únicamente a los ítems ensayados.

Nota 4: Los resultados de ensayo (s) que han sido por servicios externamente suministrados se encuentran identificados mediante el uso de paréntesis, cuadrados ([Resultado obtenido]).

Nota 5: Cualquier observación o comentario sobre nuestros servicios, favor enviarlo a nuestro correo electrónico, lgcingenieriadepavimentos@gmail.com.

Nota 6: Si desea formular una queja o reclamo, comunicarse con gestor de calidad o al correo gestordecalidad@lgcingenieria.net

Nota 7: Si desea conocer el alcance del laboratorio puede visitar el sitio web del ECA www.eqa.or.cr

Nota 8: El símbolo de acreditación se utiliza en este registro únicamente si se incluyen resultados de ensayos dentro del alcance de acreditación de nuestro laboratorio.

Nota 9: "La incertidumbre expandida reportada, se declara la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por un factor de cobertura k que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95 %." La estimación de la incertidumbre se realiza con el "RC-37: Incertidumbre", se encuentra a disposición del cliente en el RC-78 Incertidumbres expandidas relativas para los métodos de ensayo".

Nota 10: Quando se requiera declarar conformidad de los resultados y el cliente o la especificación no aportan la regla de decisión, se tomará como regla la siguiente: "Si el valor de la medición del ensayo se encuentra entre lo especificado en el cartel y/o especificaciones técnicas para el proyecto, se da conformidad de aceptación, caso contrario se declara incumplimiento con la especificación"

C/c Archivo

-----Última línea -----



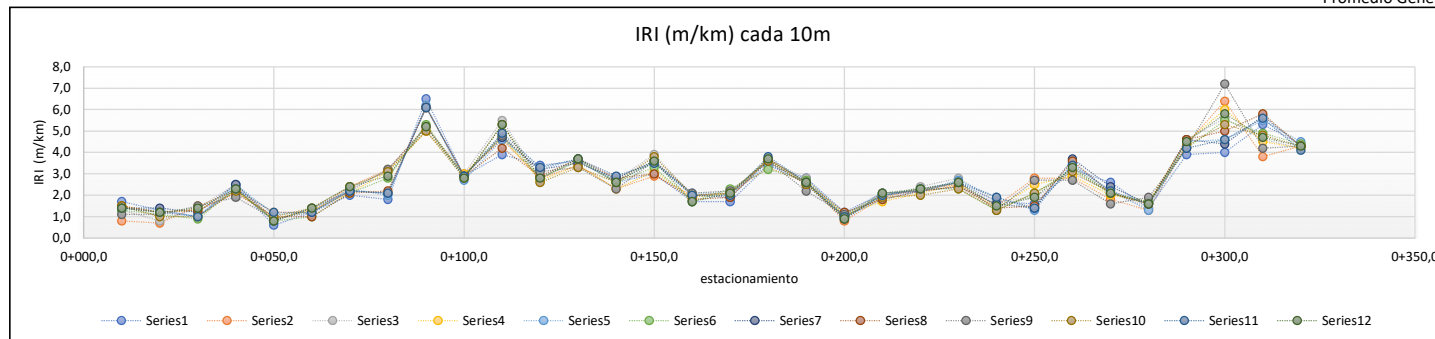
Anexo 3. Resultados mediciones SSI Smoothroad 8500 parra validación del equipo ARRB Roughometer III.

REPETIBILIDADES **ruta nacional No.175 (RADIAL PASO ANCHO)**

Begin Station	End Station	Segment Length (m)	Repet 01	Repet 02	Repet 03	Repet 04	Repet 05	Repet 06	Repet 07	Repet 08	Repet 09	Repet 10	Repet 11	Repet 12	Promedio	Desv Est
			Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)		
0+000,0	0+010,0	10,	1,7	0,8	1,3	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,1	1,5	1,4	1,4	1,4	0,227
0+010,0	0+020,0	10,	1,3	0,7	0,8	1,2	1,3	1,1	1,4	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	0,205
0+020,0	0+030,0	10,	1,0	1,5	1,4	1,3	1,0	0,9	1,2	1,3	1,5	1,0	1,0	1,4	1,2	0,219
0+030,0	0+040,0	10,	2,4	2,2	2,5	2,2	2,5	2,3	2,5	2,1	1,9	2,2	2,3	2,3	2,3	0,180
0+040,0	0+050,0	10,	0,6	1,2	0,9	0,9	1,1	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	1,2	0,8	0,9	0,178
0+050,0	0+060,0	10,	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,4	1,0	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	0,137
0+060,0	0+070,0	10,	2,0	2,4	2,3	2,1	2,3	2,1	2,2	2,1	2,2	2,4	2,2	2,4	2,2	0,136
0+070,0	0+080,0	10,	1,8	3,2	3,2	3,1	2,0	2,8	2,1	2,2	3,2	3,1	2,1	2,9	2,6	0,552
0+080,0	0+090,0	10,	6,5	5,2	5,0	5,0	6,2	5,3	6,1	6,1	5,2	5,0	6,1	5,2	5,6	0,569
0+090,0	0+100,0	10,	2,9	3,0	3,0	3,0	2,7	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	0,090
0+100,0	0+110,0	10,	3,9	4,6	5,5	4,7	4,6	4,8	4,7	4,2	4,8	5,3	4,9	5,3	4,8	0,454
0+110,0	0+120,0	10,	3,4	2,8	2,8	2,7	3,2	2,8	3,2	2,9	3,1	2,6	3,3	2,8	3,0	0,261
0+120,0	0+130,0	10,	3,6	3,4	3,6	3,4	3,7	3,6	3,5	3,7	3,3	3,3	3,7	3,7	3,5	0,156
0+130,0	0+140,0	10,	2,6	2,3	2,7	2,3	2,7	2,6	2,8	2,8	2,3	2,6	2,9	2,6	2,6	0,204
0+140,0	0+150,0	10,	3,0	2,9	3,9	3,1	3,5	3,3	3,6	3,0	3,6	3,8	3,5	3,6	3,4	0,333
0+150,0	0+160,0	10,	1,7	2,0	2,0	1,9	2,1	1,7	2,0	1,8	2,1	2,0	2,0	1,7	1,9	0,153
0+160,0	0+170,0	10,	1,7	2,1	2,1	2,1	2,1	2,3	1,9	1,9	2,2	2,1	2,0	2,1	2,1	0,157
0+170,0	0+180,0	10,	3,4	3,3	3,6	3,7	3,4	3,2	3,6	3,7	3,6	3,6	3,8	3,7	3,6	0,183
0+180,0	0+190,0	10,	2,8	2,6	2,8	2,5	2,6	2,7	2,5	2,6	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	0,159
0+190,0	0+200,0	10,	1,2	0,8	1,0	1,1	1,0	1,1	0,9	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	0,122
0+200,0	0+210,0	10,	2,1	1,9	1,9	1,7	1,8	2,0	2,0	1,8	2,1	1,9	2,0	2,1	1,9	0,131
0+210,0	0+220,0	10,	2,2	2,3	2,4	2,1	2,2	2,3	2,2	2,2	2,2	2,0	2,3	2,3	2,2	0,106
0+220,0	0+230,0	10,	2,6	2,5	2,8	2,5	2,7	2,3	2,4	2,4	2,6	2,3	2,6	2,6	2,5	0,154
0+230,0	0+240,0	10,	1,7	1,5	1,7	1,4	1,9	1,3	1,6	1,4	1,3	1,3	1,9	1,5	1,5	0,219
0+240,0	0+250,0	10,	1,6	2,8	1,9	2,5	1,3	2,1	1,4	1,5	2,7	2,1	1,4	1,9	1,9	0,521
0+250,0	0+260,0	10,	3,2	2,8	3,0	2,9	3,5	3,2	3,7	3,6	2,7	3,1	3,4	3,3	3,2	0,316
0+260,0	0+270,0	10,	2,6	1,8	2,2	2,0	2,2	2,1	2,4	2,1	1,6	2,1	2,2	2,1	2,1	0,255
0+270,0	0+280,0	10,	1,4	1,3	1,4	1,7	1,3	1,7	1,6	1,6	1,9	1,6	1,6	1,6	1,6	0,178
0+280,0	0+290,0	10,	3,9	4,4	4,6	4,5	4,5	4,2	4,6	4,6	4,2	4,3	4,2	4,5	4,4	0,218
0+290,0	0+300,0	10,	4,0	6,4	5,6	6,0	4,6	5,5	4,4	5,0	7,2	5,3	4,6	5,8	5,4	0,915
0+300,0	0+310,0	10,	5,3	3,8	4,6	4,5	5,5	4,9	5,7	5,8	4,2	4,8	5,6	4,7	5,0	0,635
0+310,0	0+320,0	10,	4,4	4,3	4,2	4,2	4,5	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,1	4,3	4,3	0,104

Promedio General

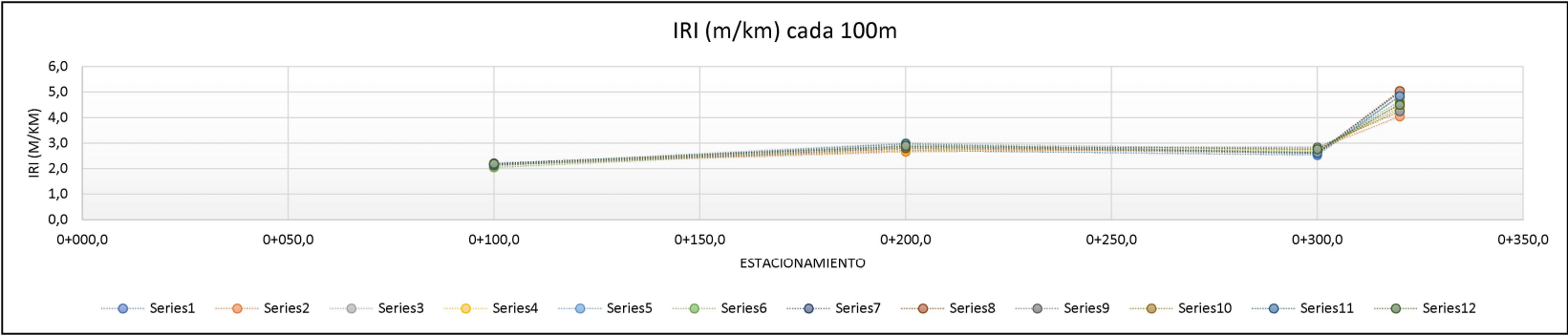
2,7



REPETIBILIDADES

RUTA NACIONAL No.175 (RADIAL PASO ANCHO)

Begin Station	End Station	Segment Length (m)	Repet 01	Repet 02	Repet 03	Repet 04	Repet 05	Repet 06	Repet 07	Repet 08	Repet 09	Repet 10	Repet 11	Repet 12	Promedio	Desv Est
			Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)	Left Track IRI (m/km)		
0+000,0	0+100,0	100,	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	0,040
0+100,0	0+200,0	100,	2,7	2,7	3,0	2,7	2,9	2,8	2,9	2,8	2,8	2,9	3,0	2,9	2,8	0,100
0+200,0	0+300,0	100,	2,5	2,8	2,8	2,7	2,6	2,7	2,6	2,6	2,8	2,6	2,6	2,8	2,7	0,093
0+300,0	0+320,0	100,	4,9	4,1	4,4	4,4	5,0	4,7	5,0	5,1	4,3	4,6	4,9	4,5	4,6	0,328
Promedio General															3,1	



Anexo 4. TM 5-626 Apéndices B y C. Descripción de los deterioros y Curvas de deducción

Se presentan en este anexo una sección del Manual Técnico para el Manejo del mantenimiento de caminos no pavimentados (TM 5-626) desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos ("US Army Corps of Engineers") (1995). Concretamente, se adjunta el apéndice B del documento antes mencionado, correspondiente a la descripción de las fallas o deterioros a evaluar para el cálculo del URCI.

APPENDIX B

DISTRESS DESCRIPTIONS

B-1. Introduction

The seven distress types and severity levels for unsurfaced roads are discussed below and are shown in figures B-1 through B-14.

B-2. Distress 81 -Improper cross section

a. Description. An unsurfaced road should have a crown with enough slope from the centerline to the shoulder to drain all water from the road's surface. No crown is used on curves, because they are usually banked. The cross section is improper when the road surface is not shaped or maintained to carry water to the ditches.

b. Severity levels.

(1) At security level L-

(a) Small amounts of ponding water or evidence of ponding water on the road surface.

(b) The road surface is completely flat (no cross-slope).

(2) At security level M-

(a) Moderate amounts of ponding water or evidence of ponding water on the road surface.

(b) The road surface is bowl-shaped.

(3) At security level H-

(a) Large amounts of ponding water or evidence of ponding water on the road surface.

(b) The road surface contains severe depressions.

c. How to measure. Improper cross section is measured in linear feet (linear meters) per sample unit (along the centerline or parallel to the centerline). The cross section runs from the outside shoulder break on one side of the road to the outside shoulder break on the other side. Different severity levels may exist within the sample unit. For example, there could be 60 feet (18 meters) with medium severity and 40 feet (12 meters) with low severity. The maximum length would be equal to the length of the sample unit.

B-3. Distress 82-Inadequate roadside drainage

a. Description. Poor drainage causes water to pond. Drainage becomes a problem when ditches and culverts are not in good enough condition to direct and carry runoff water because of improper shape or maintenance.

b. Severity levels.

(1) At security level L, small amounts of the following exist:

(a) Ponding water or evidence of ponding water in the ditches.

(b) Overgrowth or debris in the ditches.

(2) At security level M, moderate amounts of the following exist:

(a) Ponding water or evidence of ponding water on the road surface.

(b) Overgrowth or debris in the ditches.

(c) Erosion of the ditches into the shoulders or roadway.

(3) At security level H, large amounts of the following exist:

(a) Ponding water or evidence of ponding water in the ditches.

(b) Water running across or down the road.

(c) Overgrowth or debris in the ditches.

(d) Erosion of the ditches into the shoulders or roadway.

c. How to measure. Drainage problems are measured in linear feet (linear meters) per section parallel to the centerline. The maximum length is two times the length of the sample unit (two ditches for the total length of the sample unit). For example, a sample unit may have 120 feet (36 meters) with low severity and 35 feet (10.5 meters) with high severity.

B-4. Distress 83-Corrugations

a. Description. Corrugations (also known as washboarding) are closely spaced ridges and valleys (ripples) at fairly regular intervals. The ridges are perpendicular to the traffic direction. This type of distress is usually caused by traffic and loose aggregate. These ridges usually form on hills, on curves, in areas of acceleration or deceleration, or in areas where the road is soft or potholed.

b. Severity levels.

(1) At security level L, corrugations are less than 1 inch (2.5 centimeters) deep.

(2) At security level M, corrugations are between 1 and 3 inches (2.5 and 7.5 centimeters) deep.

(3) At security level H, corrugations are deeper than 3 inches (7.5 centimeters).

c. How to measure. Corrugations are measured in square feet (square meters) of surface area per sample unit. The amount cannot exceed the total area of the sample unit. For example, a sample unit may have 230 square feet (21 square meters) with moderate severity and 50 square feet (4.6 square meters) with high severity.

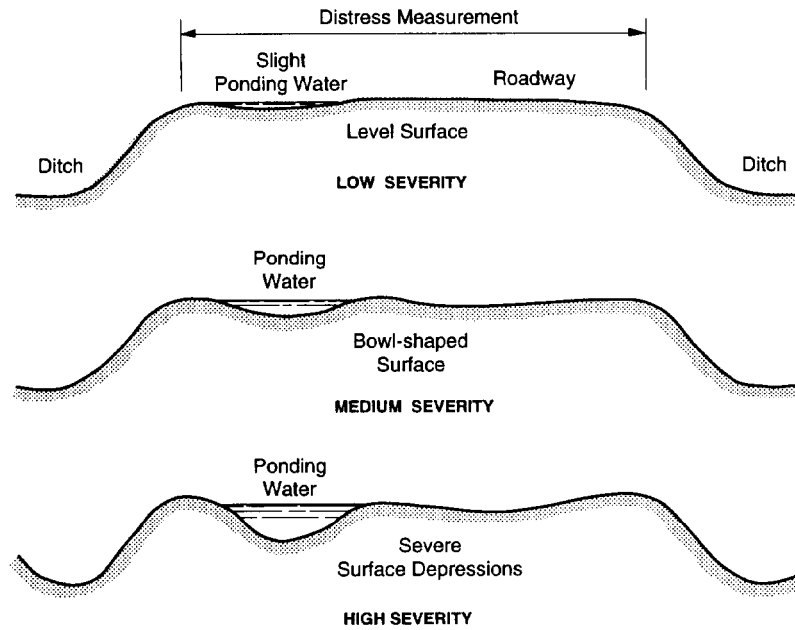


Figure B-1. Improper cross section (English or metric units).



Figure B-2. High severity example of improper cross section.

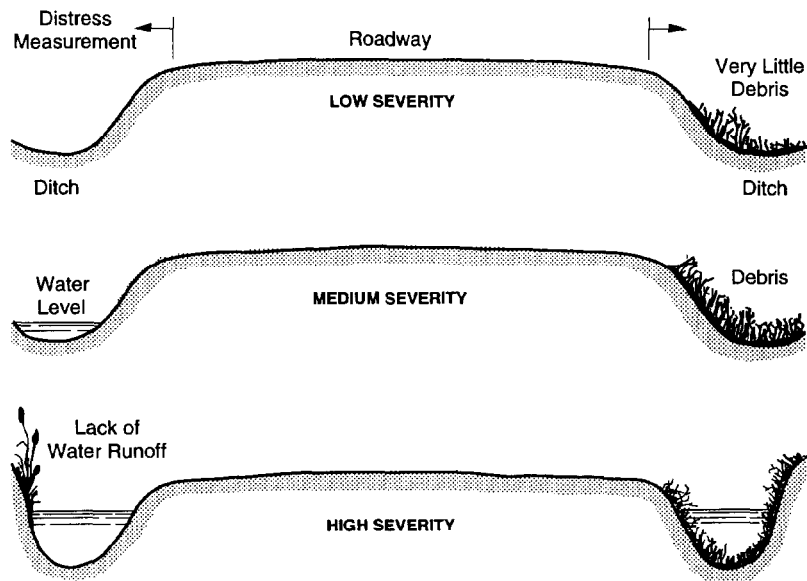


Figure B-3. Inadequate roadside drainage severity levels (English or metric units).



Figure B-4. High severity example of inadequate roadside drainage.

B-5. Distress 84-Dust

a. Description. The wear and tear of traffic on unsurfaced roads will eventually loosen the larger particles from the soil binder. As traffic passes, dust clouds create a danger to trailing or passing vehicles and cause significant environmental problems.

b. Severity levels.

(1) At security level L, normal traffic produces a thin dust that does not obstruct visibility.

(2) At security level M, normal traffic produces a moderately thick cloud that partially obstructs visibility and causes traffic to slow down.

(3) At security level H, normal traffic produces a very thick cloud that severely obstructs visibility and causes traffic to slow down significantly or stop.

c. How to measure. Drive a vehicle at 25 miles per hour (40 kilometers per hour) and watch the dust cloud. Dust is measured as low, medium, or high severity for the sample unit.

B-6. Distress 85-Potholes

a. Description. Potholes are bowl-shaped depressions in the road surface. They are usually less than 3 feet (1 meter) in diameter. Potholes are produced when traffic wears away small pieces of the road surface. They grow faster when water collects inside the hole. The road then continues to disintegrate because of loosening surface material or weak spots in the underlying soils.

b. Severity levels. The levels of severity for potholes are based on both the diameter and the depth of the pothole according to table B-1 below:

Table B-1. Pothole severity levels

	Average diameter			
	Less than 1 foot (0.3 meter)	1-2 feet (0.3-0.6 meter)	2-3 feet (0.6-1 meter)	More than 3 feet ¹ (1 meter)
<i>Maximum depth</i>				
1/2-2 inches (1.5-5 cm)	L	L	M	M
2-4 inches (5-10 cm)	L	M	H	H
4+ inches (10+ cm)	M	H	H	H

¹If the pothole is over 3 feet (1 meter) in diameter, the area should be determined in square feet (square meters) and divided by 7 to find the equivalent number of potholes.

c. How to measure. Potholes are measured by counting the number that are low, medium, and high severity in a sample unit and recording them separately by severity level. For example, there may be 14 potholes of medium severity and 8 potholes of low severity.

B-7. Distress 86-Ruts

a. Description. A rut is a surface depression in the wheel path that is parallel to the road centerline. Ruts are caused by a permanent deformation in any of the road layers or subgrade. They result from repeated vehicle passes, especially when the road is soft. Significant rutting can destroy a road.

b. Severity levels.

(1) At security level L, ruts are less than 1 inch (2.5 centimeters) deep.

(2) At security level M, ruts are between 1 and 3 inches (2.5 to 7.5 centimeters) deep.

(3) At security level H, ruts are deeper than 3 inches (7.5 centimeters).

c. How to measure. Ruts are measured in square feet (square meters) of surface area per sample unit. For example, a sample unit may have 75 square feet (7 square meters) with high severity

and 240 square feet (23 square meters) with medium severity.

B-8. Distress 87-loose aggregate

a. Description. The wear and tear of traffic on unsurfaced roads will eventually loosen the larger aggregate particles from the soil binder. This leads to loose aggregate particles on the road surface or shoulder. Traffic moves loose aggregate particles away from the normal road wheel path and forms berms in the center or along the shoulder (the less-traveled areas).

b. Severity levels.

(1) At security level L, loose aggregate on the road surface, or a berm of aggregate (less than 2 inches [5 centimeters] deep) on the shoulder or less-traveled area.

(2) At security level M, moderate aggregate berm (between 2 and 4 inches [5 and 10 centimeters] deep) on the shoulder or less-traveled area. A large amount of fine soil particles is usually found on the roadway surface.

(3) At security level H, large aggregate berm (greater than 4 inches [10 centimeters] deep) on the shoulder or less-traveled area.

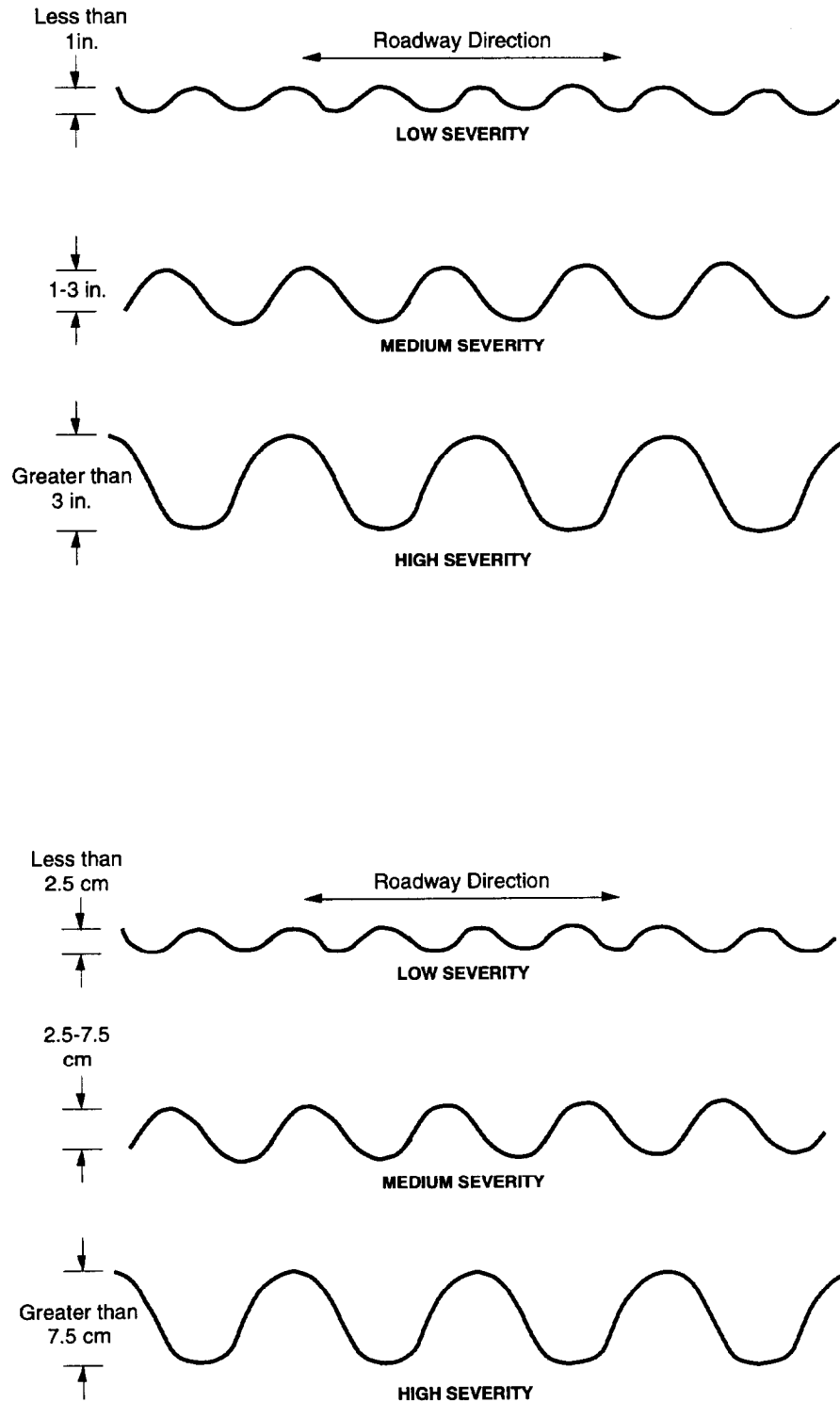


Figure B-5. Severity Levels of corrugations (English and metric units).

c. *How to measure.* Loose aggregate is measured in linear feet parallel to the centerline in a sample unit. Each berm is measured separately. For example, if a sample unit that is 100 feet (30 meters)

long has three berms of medium-severity loose aggregate—one on each side and one down the middle—then the measurement would be 300 feet (90 meters) at medium severity.



Figure B-6. Medium severity example of corrugations.

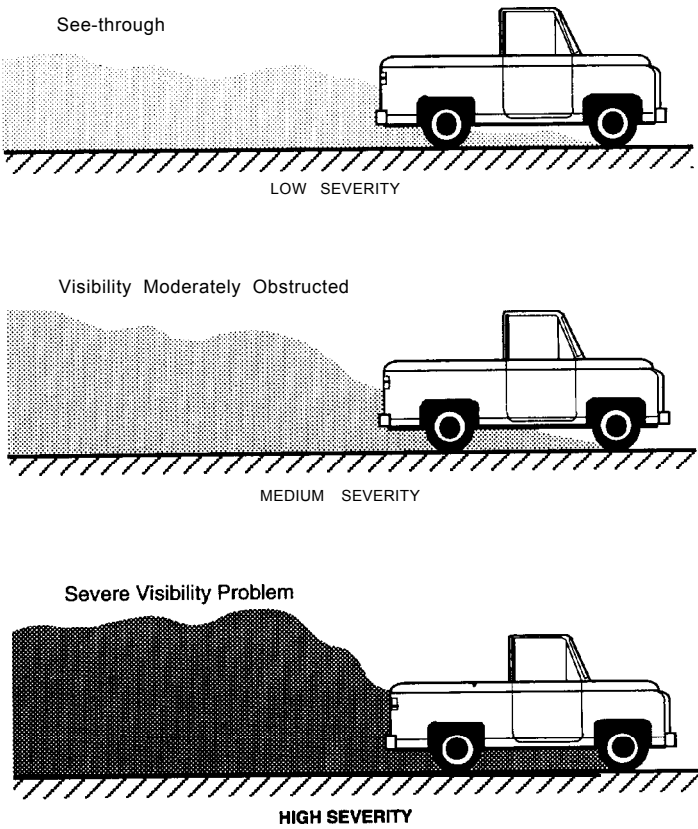


Figure B-7. Dust severity levels (English or metric units)

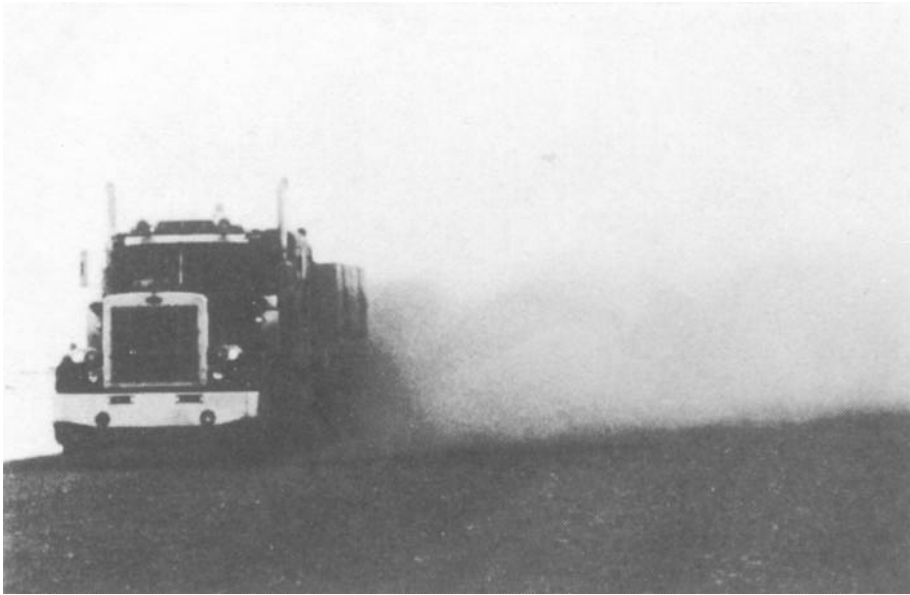


Figure B-8. High severity example of dust.

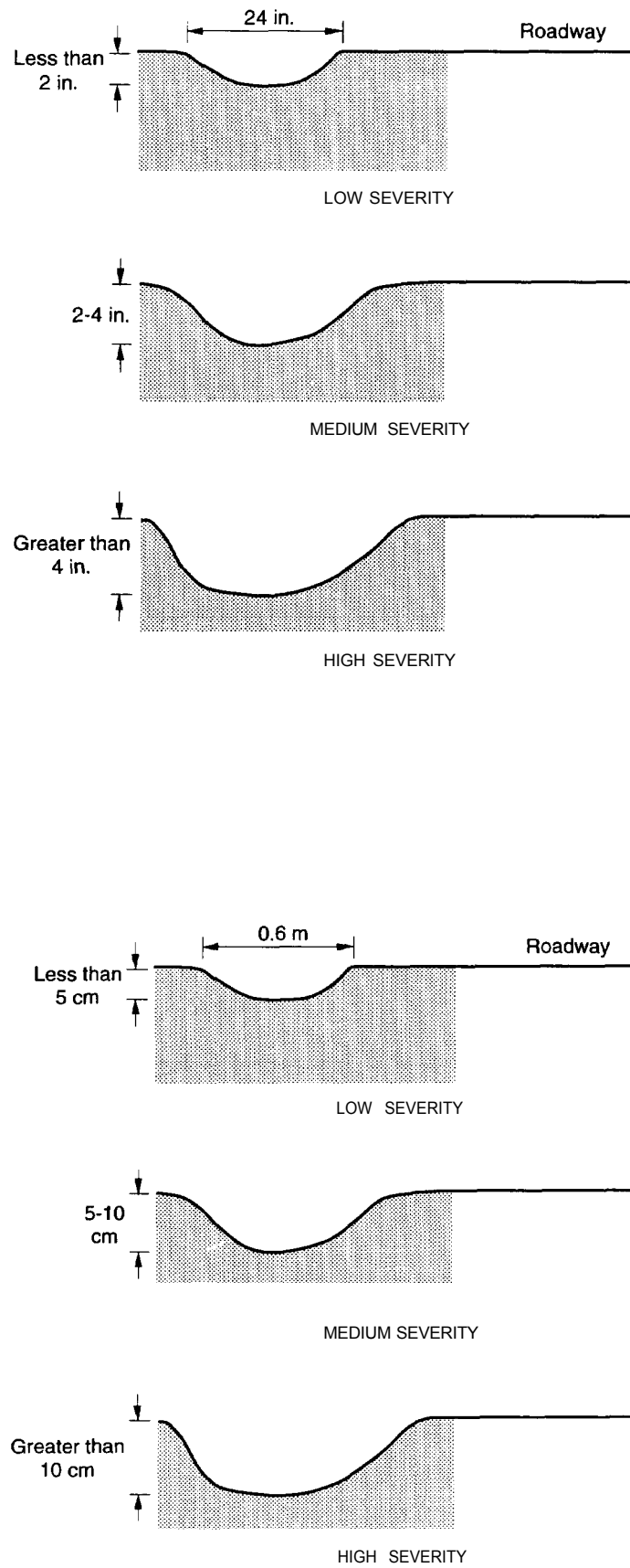


Figure B-9. Severity levels of potholes (English and metric units)

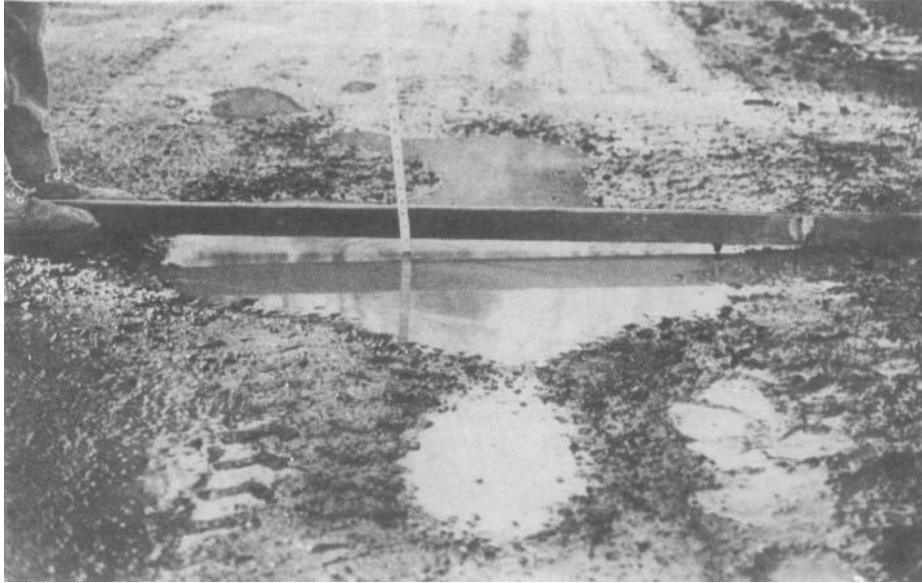


Figure B-10. High severity example of potholes.

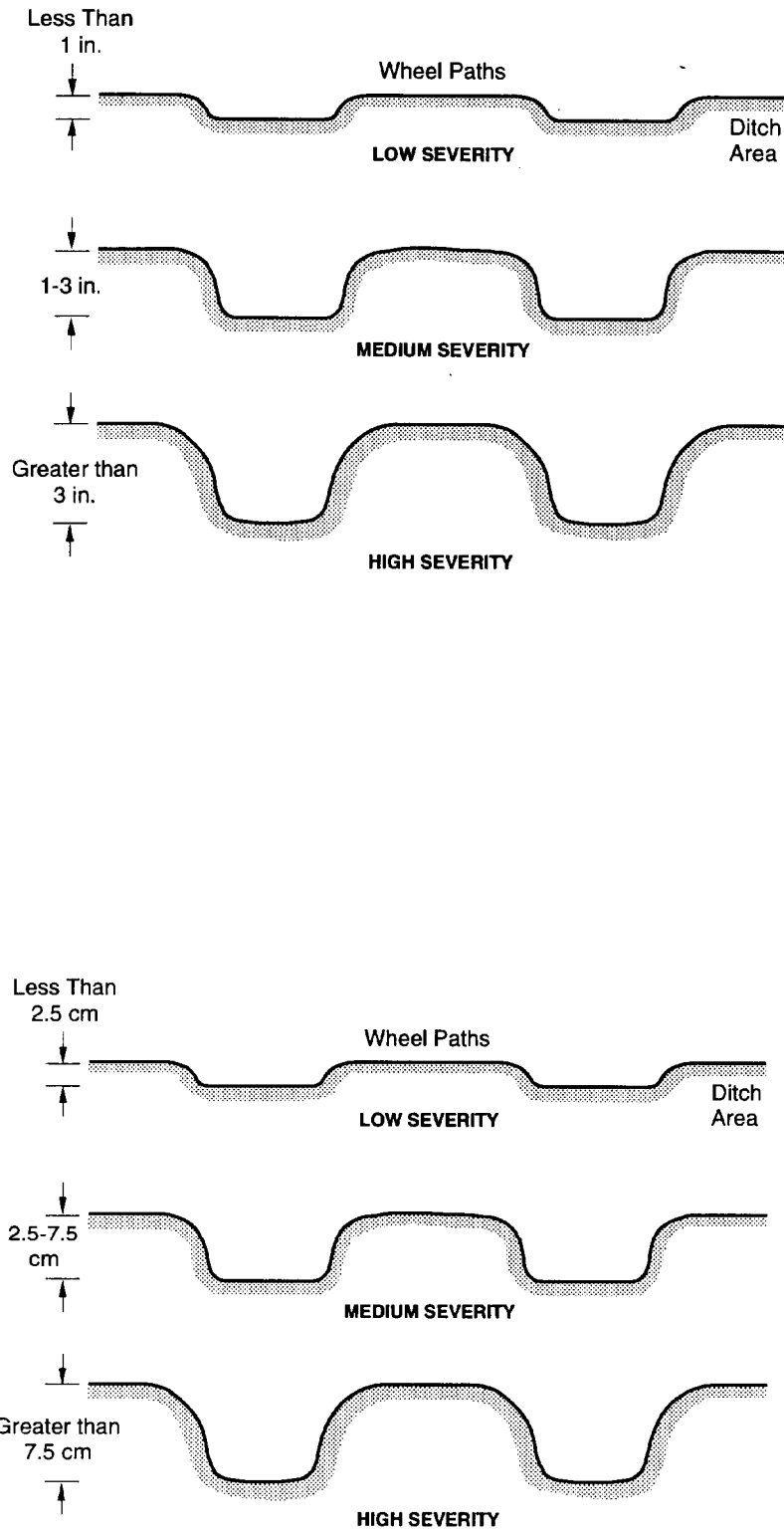


Figure B-11. Severity levels of ruts (English and metric units).



Figure B-12. Low severity example of ruts.

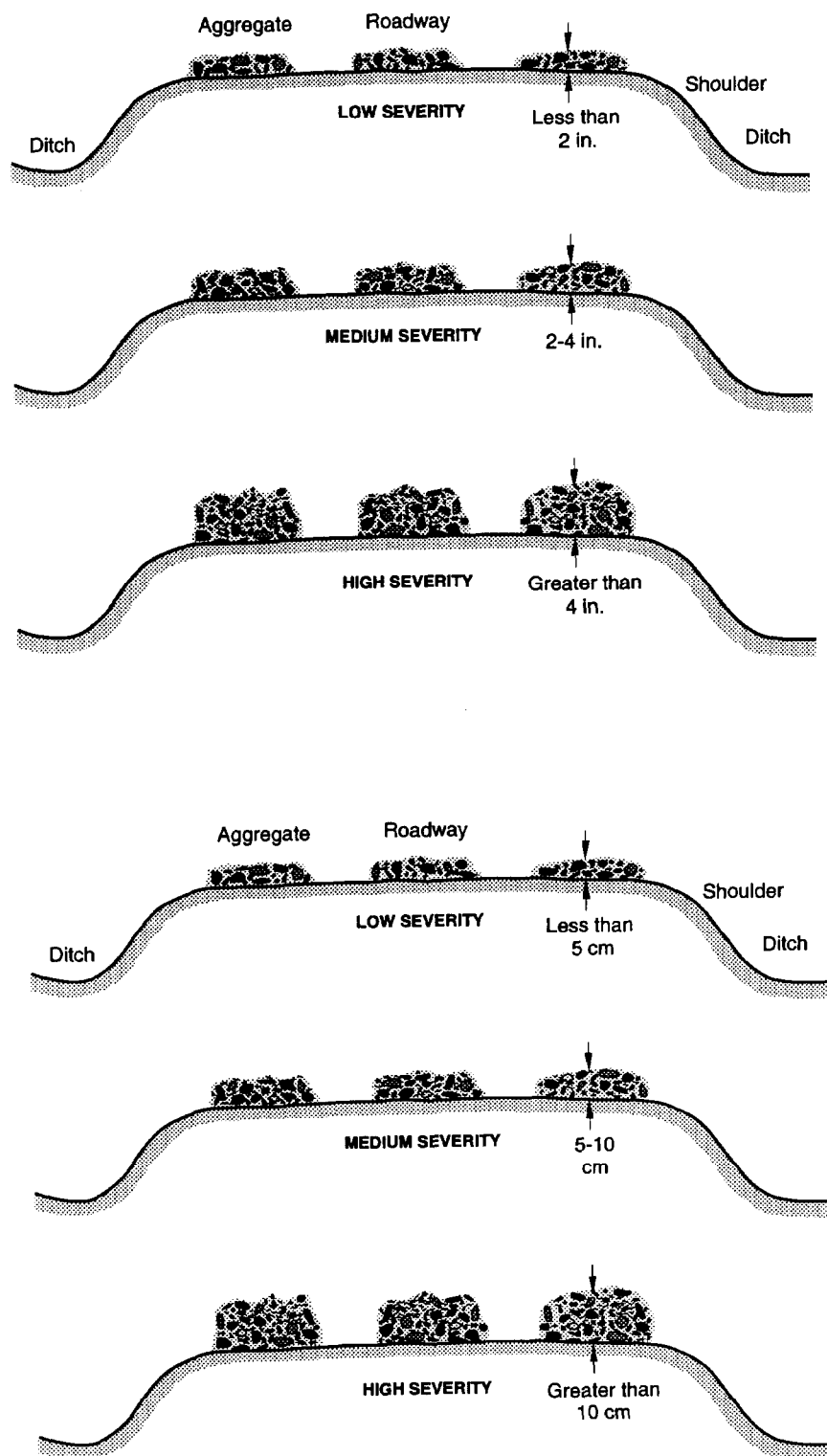


Figure B-13. Loose aggregate severity levels (English and metric units).



Figure B-14. Low severity example of loose aggregate.

APPENDIX C

DEDUCT VALUE CURVES

Deduct value curves for the unsurfaced roads distress are shown in figures C-1 through C-8.

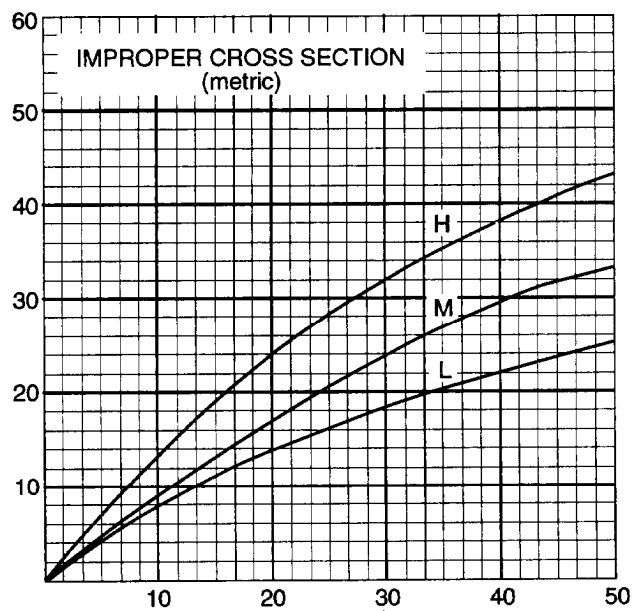
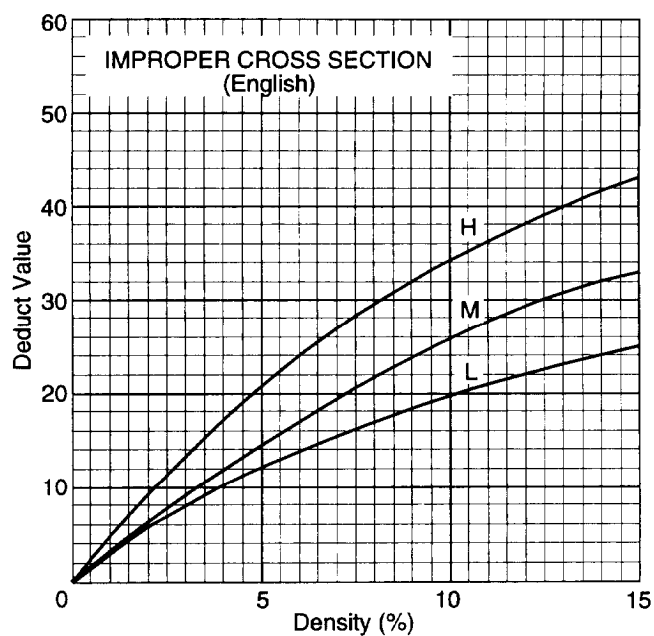


Figure C-1. Distress 81-improper cross section deduct values (English and metric units).

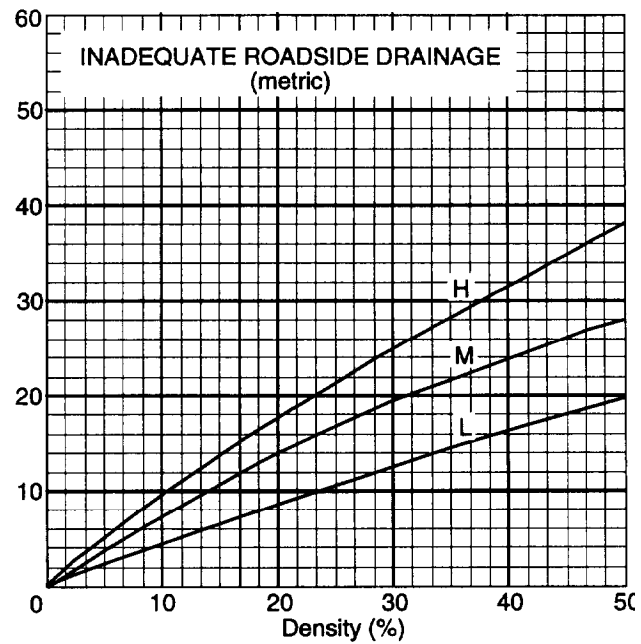
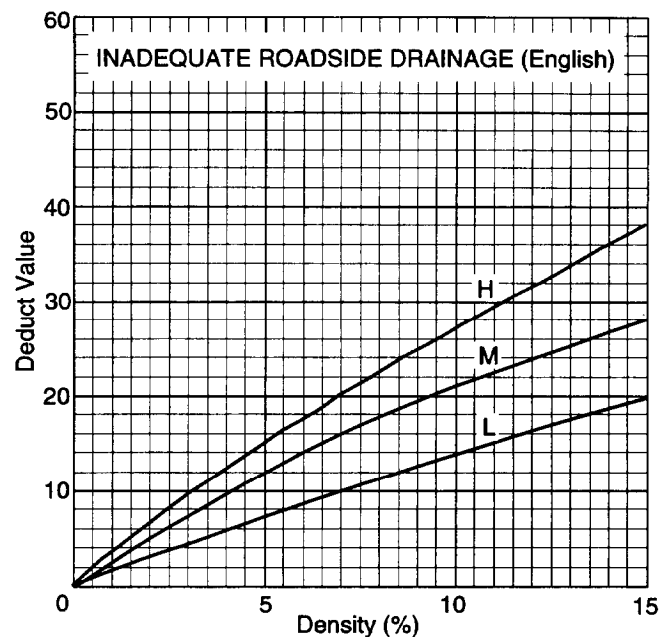


Figure C-2. Distress 82-inadequate roadside drainage deduct values (English and metric units).

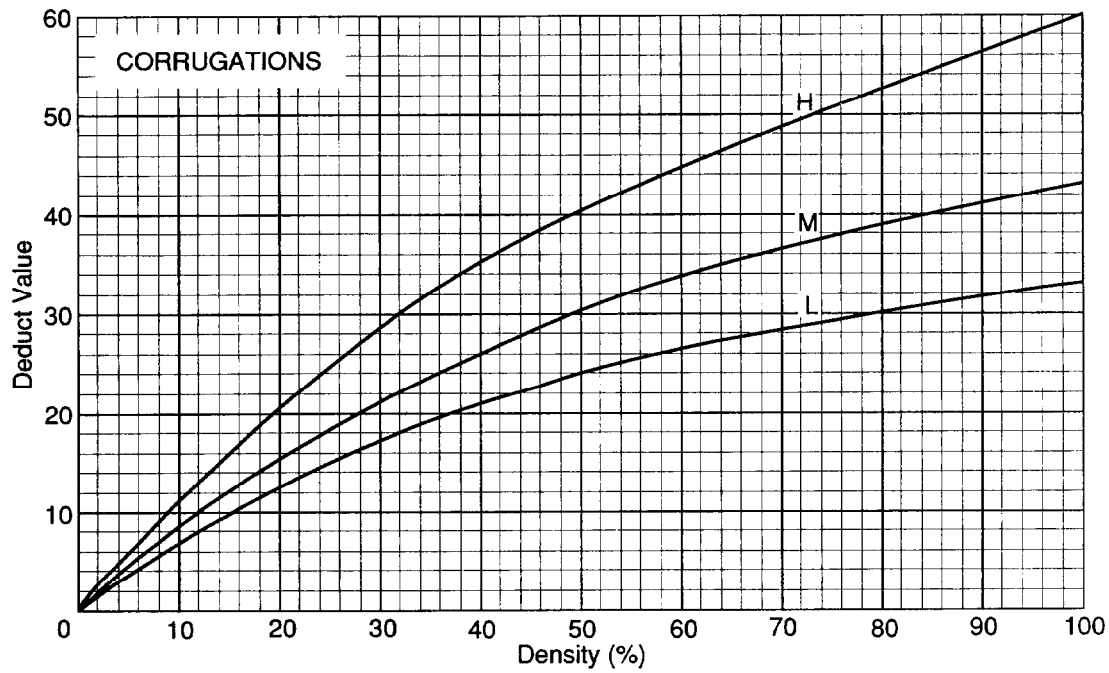


Figure C-3. Distress 83-corrugations deduct values (English or metric units)

DUST	
Dust is not rated by density. The deduct values for the levels of severity are:	
Low	2 Points
Medium	4 Points
High	15 Points

Figure C-4. Distress 84-dust deduct values (English or metric units).

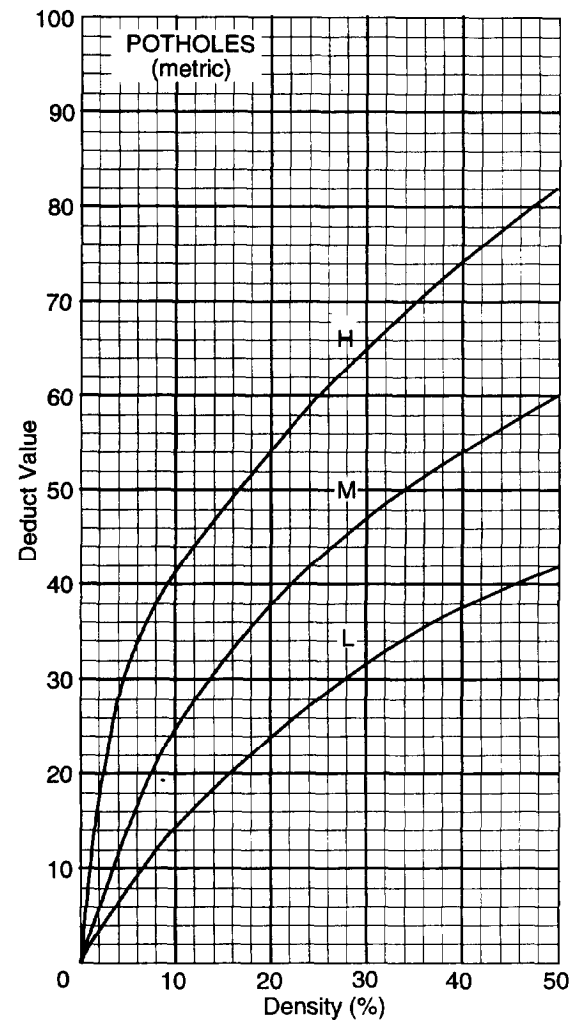
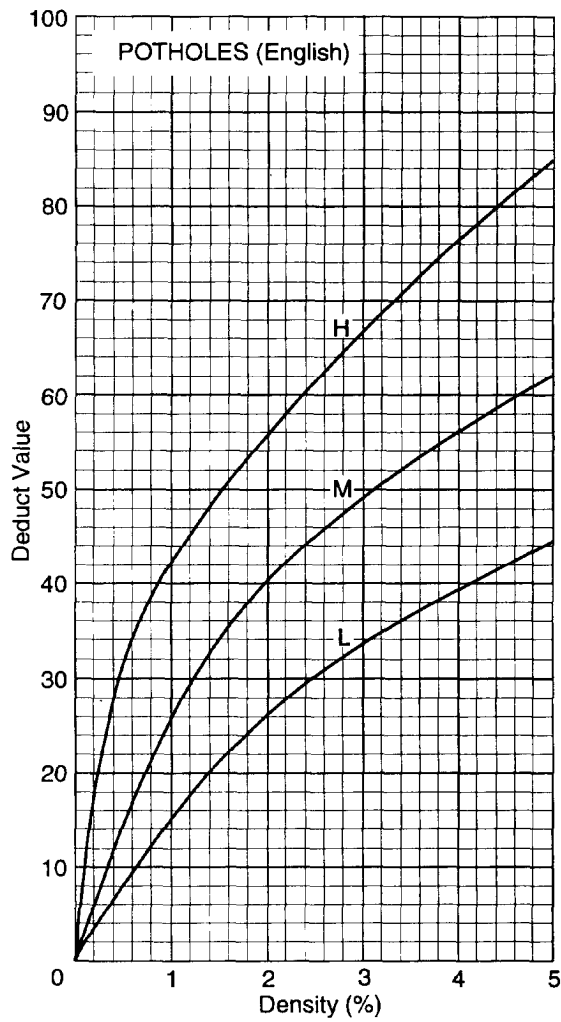


Figure C-5. Distress 85-potholes deduct values (English and metric units).

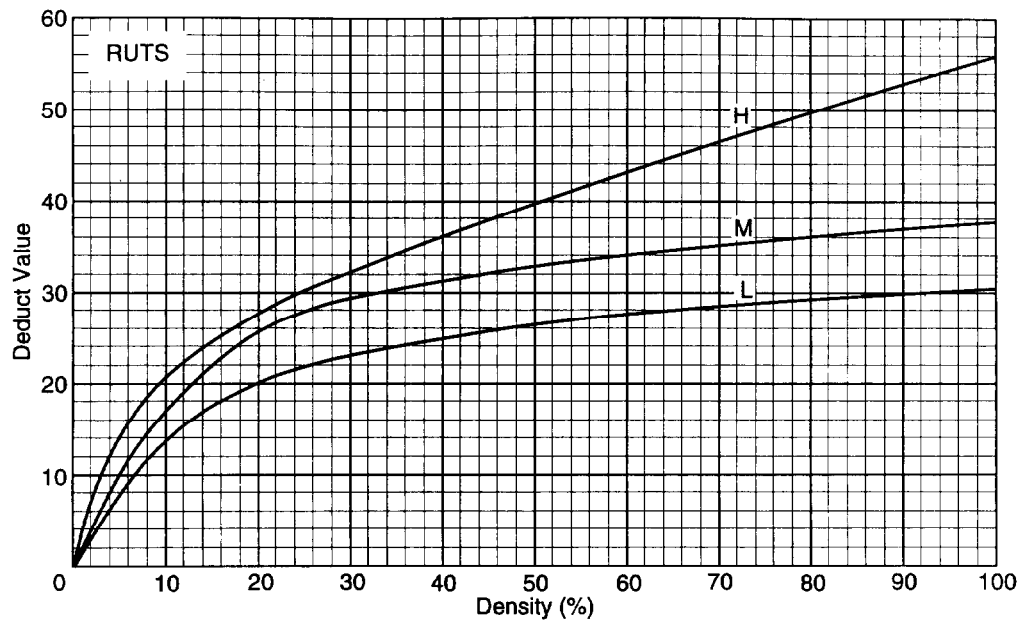


Figure C-6. Distress 86-ruts deduct values (English or metric units).

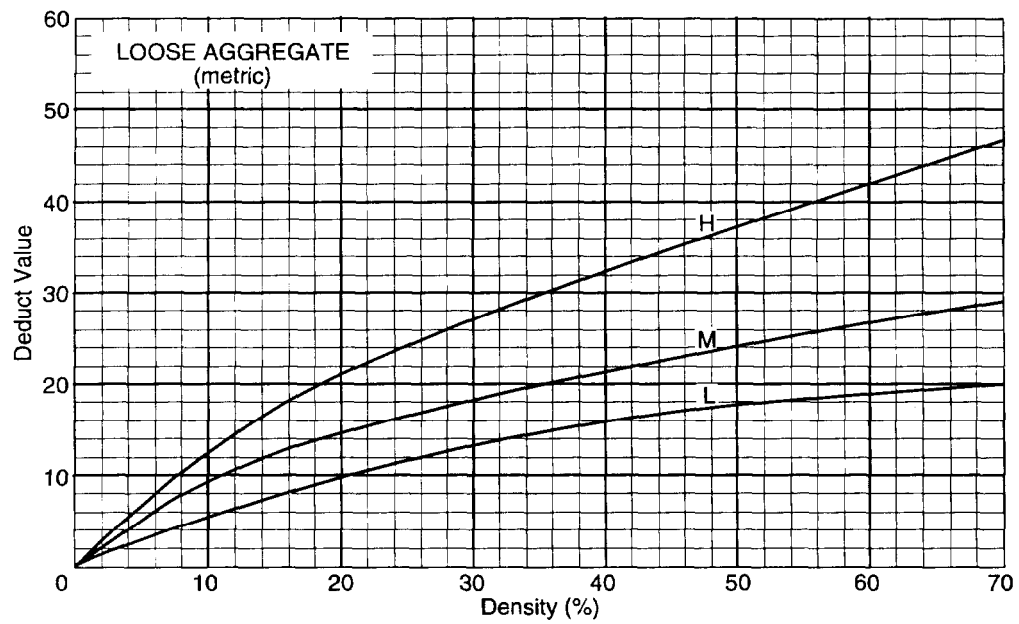
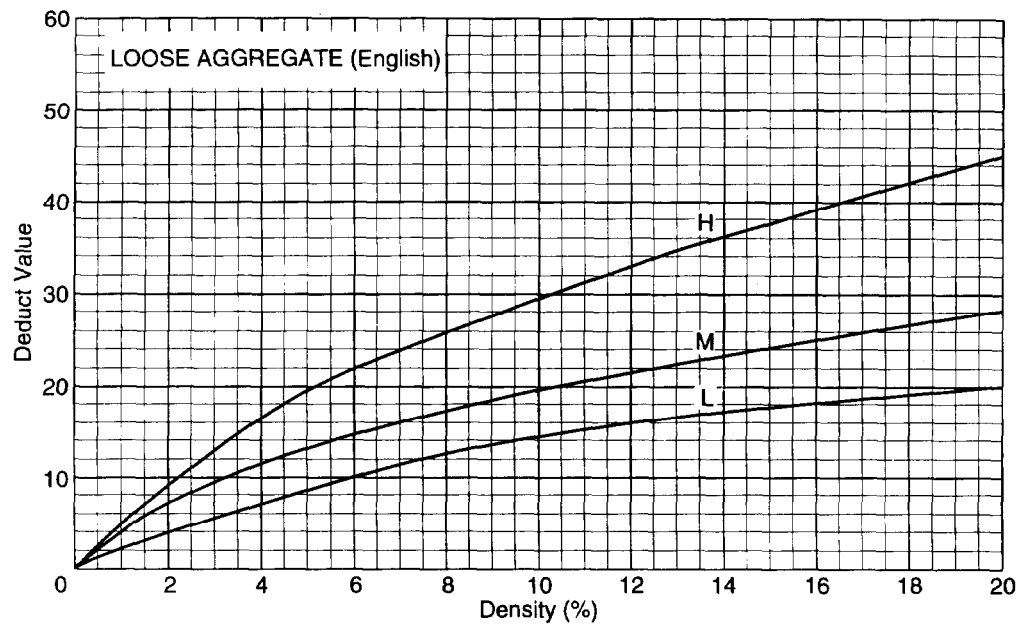


Figure C-7. Distress 87-loose aggregate deduct values (English and metric units)

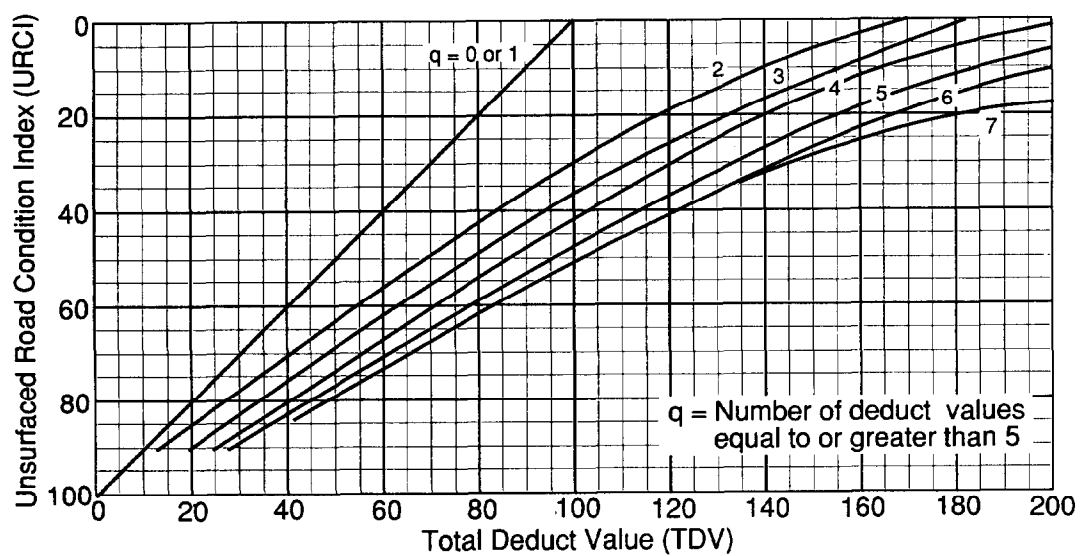


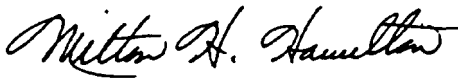
Figure C-8. URCI curves (English or metric units).

The proponent agency of this publication is the Office of the Chief of Engineers, United States Army. Users are invited to send comments and suggested improvements on DA Form 2028 (Recommended Changes to Publications and Blank Forms) to HQUSACE (CECPW-ER), WASH DC 20312-1000.

By Order of the Secretary of the Army:

GORDON R. SULLIVAN
General, United States Army
Chief of Staff

Official:



MILTON H. HAMILTON
Administrative Assistant to the
Secretary of the Army

Distribution:

Army: To be distributed in accordance with DA Form 12-34-E, block 3440.

UNSURFACED ROAD INSPECTION SHEET

For use of this form, see TM 5-626; the proponent agency is USACE

1. BRANCH		2. SECTION		3. DATE				
4. SAMPLE UNIT		5. AREA OF SAMPLE		6. INSPECTOR				
7. SKETCH				DISTRESS TYPES 81. improper Cross Section (<i>linear feet</i>) 82. Inadequate Roadside Drainage (<i>linear feet</i>) 83. Corrugations (<i>square feet</i>) 84. Dust 85. Potholes (<i>number</i>) 86. Ruts (<i>square feet</i>) 87. Loose Aggregate (<i>linear feet</i>)				
8. DISTRESS QUANTITY AND SEVERITY								
TYPE		81	82	83	84	85	86	87
QUANTITY AND SEVERITY	L							
	M							
	H							
9. URCI CALCULATION					10. REMARKS			
DISTRESS TYPE <i>a</i>		DENSITY <i>b</i>	SEVERITY <i>c</i>	DEDUCT VALUE <i>d</i>				
e. TOTAL DEDUCT VALUE		f. q =	g. URCI		h. RATING =			

Anexo 5. TM 5-626: Escala de URCI y rango de condiciones

Figura 1. Escala URCI para valoración de la condición de la vía.

URCI	RATING
100	Excellent
85	Very Good
70	Good
55	Fair
40	Poor
25	Very Poor
10	Failed
0	

Figure 3-1. URCI scale and condition rating.

Fuente. Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, 1995.

Anexo 6. ASTM E1926: Escala de estimación de regularidad para vías no pavimentadas de grava o tierra

Figura 1. Escala IRI para vías no pavimentadas de grava o tierra.

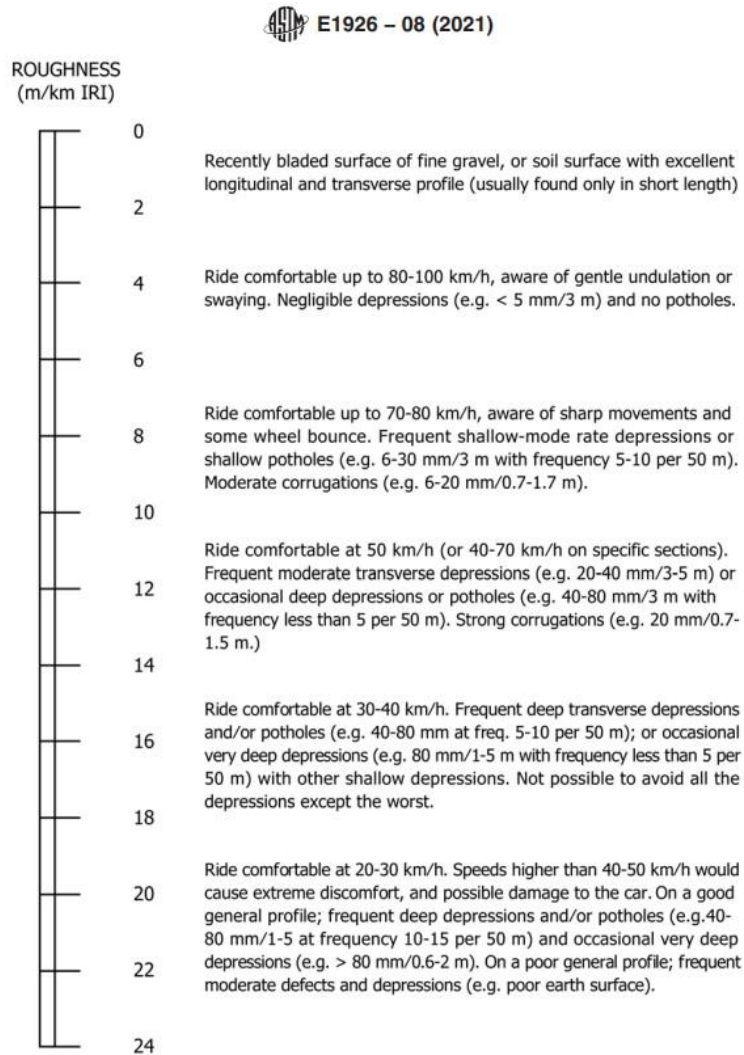


FIG. 2 Road Roughness Estimation Scale for Unpaved Roads with Gravel or Earth Surfaces

Fuente. Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales, 2023.