



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE
RODADURA A NIVEL DE AFIRMADO ESTABILIZADO CON
CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO
(OCOÑA - PIUCA / CAMANÁ - AREQUIPA)**

PRESENTADA POR

CYNTHIA PAOLA ARAUJO FERNÁNDEZ

WALTER JESÚS VERA TORRES

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2017



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

Los autores permiten que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUPERFICIE
DE RODADURA A NIVEL DE AFIRMADO ESTABILIZADO CON
CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO
(OCOÑA – PIUCA / CAMANÁ – AREQUIPA)**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**ARAUJO FERNÁNDEZ, CYNTHIA PAOLA
VERA TORRES, WALTER JESÚS**

LIMA – PERÚ

2017

Dedicatoria

A Dios, a nuestros padres: Carmen Rosa Fernández Pinto, Blanca Silvia Torres Gabriel y Walter Vera Aliaga, ya que sin el sacrificio y apoyo incondicional de ellos no hubiera sido posible afrontar con éxito este arduo camino hacia el título profesional.

Agradecimiento

A nuestra alma mater “Universidad de San Martín de Porres”, que durante todo este tiempo nos brindó una educación universitaria ejemplar, dándonos las herramientas necesarias para cumplir con nuestros objetivos; a nuestro asesor por compartir sus conocimientos y experiencias; y a Provias Descentralizado por que hicieron posible la realización de esta investigación.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	20
1.1. Antecedentes de la investigación	20
1.2. Bases teóricas	20
1.3. Definición de términos básicos	52
1.4. Formulación de la hipótesis	54
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	56
2.1. Tipo de investigación	56
2.2. Nivel de la investigación	56
2.3. Diseño de la investigación	57
2.4. Variables	57
2.5. Población y muestra	59
2.6. Técnicas de investigación	59
2.7. Instrumentos de recolección de datos	60
2.8. Procesamiento y análisis estadístico de los datos	61
CAPÍTULO III: PRUEBAS Y RESULTADOS	62
3.1. Determinación de la rugosidad con el equipo MERLIN	62
3.2. Determinación del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	66
3.3. Determinación del Índice de C.C. no pavimentado (URCI)	66
3.4. Evaluación de la rugosidad	69
3.5. Evaluación de la serviciabilidad	92
3.6. Evaluación de la condición superficial	93
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y APLICACIÓN	152
4.1. Discusión	152
4.2. Aplicación	160
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	162
FUENTES DE INFORMACIÓN	163
ANEXOS	164

Lista de tablas

		Página
Tabla 1	Estabilizadores químicos y sus efectos	23
Tabla 2	Composición del Cloruro de Magnesio Hexahidratado	24
Tabla 3	Estado vial de carreteras no pavimentadas, según la rugosidad	31
Tabla 4	Rangos del PSI	37
Tabla 5	Niveles de severidad de baches	47
Tabla 6	Operacionalización de variables	58
Tabla 7	Ejemplo de medición de las desviaciones mediante el equipo MERLIN	63
Tabla 8	Ejemplo de determinación del URCI	67
Tabla 9	Reporte de rugosidad en la huella derecha (1° M)	70
Tabla 10	Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	71
Tabla 11	Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	72
Tabla 12	IRI promedio por sector – huella derecha (1° M)	73
Tabla 13	Reporte de rugosidad en la huella izquierda (1° M)	75
Tabla 14	Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	76
Tabla 15	Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	77
Tabla 16	IRI promedio por sector – huella izquierda (1° M)	78
Tabla 17	Reporte de rugosidad en la huella derecha (2° M)	80
Tabla 18	Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	81
Tabla 19	Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	82
Tabla 20	IRI promedio por sector – huella derecha (2° M)	83
Tabla 21	Reporte de rugosidad en la huella izquierda (2° M)	85

Tabla 22	Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	86
Tabla 23	Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	87
Tabla 24	IRI promedio por sector – huella izquierda (2° M)	88
Tabla 25	Determinación del PSI (1° M)	92
Tabla 26	Determinación del PSI (2° M)	92
Tabla 27	Parámetros de evaluación (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	94
Tabla 28	Parámetros de evaluación (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	98
Tabla 29	Resumen de metrado de fallas – tramo km. 05+000 al km. 15+000 (1° M)	102
Tabla 30	Resumen de metrado de fallas – tramo km. 25+000 al km. 35+000 (1° M)	104
Tabla 31	URCI (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	106
Tabla 32	URCI (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	108
Tabla 33	URCI por kilómetro y clasificación (1° M)	112
Tabla 34	Porcentajes del URCI (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	113
Tabla 35	Porcentajes del URCI (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	114
Tabla 36	URCI promedio por sector (1° M)	115
Tabla 37	Parámetros de evaluación (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	116
Tabla 38	Parámetros de evaluación (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	124
Tabla 39	Resumen de metrado de fallas – tramo km. 05+000 al km. 15+000 (2° M)	132
Tabla 40	Resumen de metrado de fallas – tramo km. 25+000 al km. 35+000 (2° M)	134
Tabla 41	URCI (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	136
Tabla 42	URCI (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	140

Tabla 43	URCI por kilómetro y clasificación (2° M)	148
Tabla 44	Porcentajes del URCI (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	149
Tabla 45	Porcentajes del URCI (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	150
Tabla 46	URCI promedio por sector (2° M)	151
Tabla 47	Resumen de porcentajes del IRI – tramo km. 05+000 al km. 15+000	152
Tabla 48	Resumen de porcentajes del IRI – tramo km. 25+000 al km. 35+000	153
Tabla 49	Resumen de porcentajes del URCI – tramo km. 05+000 al km. 15+000	154
Tabla 50	Resumen de porcentajes del URCI – tramo km. 25+000 al km. 35+000	154

Lista de figuras

		Página
Figura 1	Procedimiento de aplicación del estabilizador	28
Figura 2	Representación de la rugosidad	29
Figura 3	Escala de valores del IRI y características de los pavimentos	30
Figura 4	Esquema del equipo MERLIN	34
Figura 5	Esquema transversal del equipo MERLIN	34
Figura 6	Escala de dispersiones de tablero del MERLIN	35
Figura 7	TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management	39
Figura 8	Escala URCI y clasificación de condición	39
Figura 9	Ejemplo de sección transversal inapropiada	40
Figura 10	Niveles de severidad de sección transversal inapropiada	41
Figura 11	Ejemplo de inadecuado drenaje longitudinal	42
Figura 12	Niveles de severidad de inadecuado drenaje longitudinal	43
Figura 13	Ejemplo de encalaminado	44
Figura 14	Niveles de severidad de encalaminado	44
Figura 15	Ejemplo de polvo	45
Figura 16	Niveles de severidad del polvo	46
Figura 17	Ejemplo de baches	47
Figura 18	Niveles de severidad de baches	47
Figura 19	Ejemplo de ahuellamiento	48
Figura 20	Niveles de severidad de ahuellamiento	49
Figura 21	Ejemplo de agregado suelto	50
Figura 22	Niveles de severidad de agregado suelto	50
Figura 23	Secuencia de desarrollo del proyecto	59
Figura 24	Histograma de ejemplo km. 05+400 al km. 05+000	64
Figura 25	Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	71

Figura 26	Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	72
Figura 27	Perfil de la rugosidad en la huella derecha (1° M)	74
Figura 28	Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	76
Figura 29	Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	77
Figura 30	Perfil de la rugosidad en la huella izquierda (1° M)	79
Figura 31	Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	81
Figura 32	Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	82
Figura 33	Perfil de la rugosidad en la huella derecha (2° M)	84
Figura 34	Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M) – tramo km. 05+000 al km. 15+000	86
Figura 35	Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M) – tramo km. 25+000 al km. 35+000	87
Figura 36	Perfil de la rugosidad en la huella izquierda (2° M)	89
Figura 37	Comparación de rugosidad en la huella derecha	90
Figura 38	Comparación de rugosidad en la huella izquierda	91
Figura 39	Distribución de la falla de agregado suelto en el tramo km. 05+000 al km. 15+000 (1° M)	103
Figura 40	Distribución de la falla de agregado suelto en el tramo km. 25+000 al km. 35+000 (1° M)	105
Figura 41	Perfil del URCl en el tramo km. 05+000 al km. 15+000 (1°M)	110
Figura 42	Perfil del URCl en el tramo km. 25+000 al km. 35+000 (1°M)	111
Figura 43	Porcentajes del URCl (1° M) – tramo km. 05+000 al km 15+000	113
Figura 44	Porcentajes del URCl (1° M) – tramo km. 25+000 al km 35+000	114

Figura 45	Distribución de la falla de agregado suelto en el tramo km. 05+000 al km. 15+000 (2° M)	133
Figura 46	Distribución de la falla de agregado suelto en el tramo km. 25+000 al km. 35+000 (2° M)	135
Figura 47	Perfil del URCl en el tramo km. 05+000 al km. 15+000 (2°M)	144
Figura 48	Perfil del URCl en el tramo km. 25+000 al km. 35+000 (2°M)	145
Figura 49	Comparación de la condición superficial – tramo km. 05+000 al km. 15+000	146
Figura 50	Comparación de la condición superficial – tramo km. 25+000 al km. 35+000	147
Figura 51	Porcentajes del URCl (2° M) – tramo km. 05+000 al km 15+000	149
Figura 52	Porcentajes del URCl (2° M) – tramo km. 25+000 al km 35+000	150
Figura 53	Tramo afectado por trabajos de enrocado	155
Figura 54	Cantera de material conglomerado	155
Figura 55	Sector arenoso	156
Figura 56	Zona de caída de piedras	156
Figura 57	Roca incrustada en la vía	157
Figura 58	Volquete trasladando material	157
Figura 59	Trayler – mayo 2016	158
Figura 60	Baches en km. 25+100	158
Figura 61	Sector de caída de piedras	158
Figura 62	Sector con acumulación de arena	159
Figura 63	Sector de caída de piedras	159
Figura 64	Sector de caída de piedras	159
Figura 65	Enrocado destruido por el material de talud inestable	160

Lista de anexos

		Página
Anexo 1	Panel fotográfico – primer monitoreo	165
Anexo 2	Panel fotográfico – segundo monitoreo	172
Anexo 3	Cuestionario	179
Anexo 4	Curvas de valores de deducción y del URCl	181
Anexo 5	Ensayos más críticos de la rugosidad	185
Anexo 6	Muestras representativas por clasificación	187
Anexo 7	Observaciones encontradas	189
Anexo 8	Observaciones encontradas	196
Anexo 9	Proyección del tráfico del camino vecinal Ocoña – Piuca	205
Anexo 10	Análisis comparativo entre el Cloruro de Magnesio Hexahidratado y el Cloruro de Calcio	207
Anexo 11	Matriz de consistencia	209

RESUMEN

El objetivo principal de la presente tesis es determinar el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña – Piuca (Camaná – Arequipa), en un determinado tiempo, teniendo en cuenta que ha sido uno de los primeros trayectos en ser estabilizados con dicho aditivo. Además, este aditivo permitirá garantizar la durabilidad de las vías de acceso a los diferentes centros poblados de la zona de influencia, por lo que es importante evaluar si este tipo de estabilización de suelos funcionó de manera eficiente.

La investigación es de tipo exploratoria y descriptiva, de enfoque mixto y diseño no experimental, en la que se evaluó las variables de rugosidad, serviciabilidad y condición superficial, para lo cual se realizó la recopilación de datos en dos periodos específicos, setiembre 2015 y mayo 2016, para hacer inferencias respecto al cambio de las variables, sus determinantes y consecuencias. Para efectos de los análisis, el caso de investigación se limitó a dos sectores del camino vecinal (Long. 52.026 Km), desde el Km 05+000 al Km 15+000 y del Km 25+000 al Km 35+000.

Se halló que la rugosidad (IRI) se conservó en estado bueno, la serviciabilidad (PSI) pasó de bueno a regular, y la clasificación de la condición superficial (URCI) pasó de excelente a muy bueno.

En conclusión, se determinó que el aditivo funcionó en general de manera eficiente, a excepción de algunos sectores que fueron afectados por la presencia de factores externos, causando un mayor deterioro.

Palabras claves: Comportamiento, afirmado estabilizado, Cloruro de Magnesio Hexahidratado, Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), Índice de Condición del Camino no Pavimentado (URCI)

ABSTRACT

The main objective of the thesis is to determine the behavior of the road surface at the level of granular layer stabilized with Magnesium Chloride Hexahydrate in the rural road Ocoña – Piuca (Camana – Arequipa), in a certain time, taking into account that it has been one of the first routes to be stabilized with this additive. In addition, this additive will ensure the durability of the access roads to the different towns of the area of influence, so it is important to evaluate if this type of soil stabilization worked efficiently.

The research is exploratory and descriptive type, with mixed approach and non-experimental design, in which the variables of roughness, serviceability and surface condition were evaluated, for which data collection was done in two specific periods, september 2015 and may 2016, to make inferences regarding the change of the variables, their determinants and consequences. For the purposes of the analysis, the research case was limited to two sectors of the rural road (Length 52.026 Km), from Km 05+000 to Km 15+000 and from Km 25+000 to Km 35+000.

It was found that the roughness (IRI) was maintained in good, the serviceability (PSI) went from good to regular, and the classification of the surface condition (URCI) went from excellent to very good.

In conclusion, it was determined that the additive worked in general efficiently, except for some sectors that were affected by the presence of external factors, causing a further deterioration.

Keywords: Behavior, granular layer stabilized, Magnesium Chloride Hexahydrate, International Roughness Index (IRI), Present Serviceability Index (PSI), Unsurfaced Road Condition Index (URCI)

INTRODUCCIÓN

La estabilización de suelos es una actividad que se viene realizando de manera constante en las diferentes ramas de la ingeniería civil (edificaciones, canales, represas, carreteras, entre otras), su importancia radica en garantizar el mejoramiento de las propiedades físicas – mecánicas de los materiales que conforma un suelo, a fin de que este pueda comportarse de manera eficiente ante la presencia de diversos factores que pongan a prueba su resistencia y/o durabilidad.

En carreteras pavimentadas es muy común el uso de aditivos químicos para la estabilización de suelos, los mismos que han permitido construir caminos con los más altos estándares de calidad.

Sin embargo, no todas las carreteras que ven definida la red vial de nuestro país se encuentran pavimentadas, si no que muchas de estas se encuentran a nivel de afirmado, como los caminos vecinales, cuyo cuidado y/o mantenimiento amerita de una mayor consideración, dado que la superficie de rodadura, conformada por material netamente conglomerado estará expuesta directamente a las condiciones climatológicas de la zona de influencia y al tránsito vehicular.

Estos caminos no pavimentados están propensos a deteriorarse de una manera rápida si no se toman las medidas necesarias para garantizar su operatividad.

A fin de garantizar la funcionalidad permanente de un camino no pavimentado, Provias Descentralizado aprobó el uso de un nuevo aditivo, denominado como Cloruro de Magnesio hexahidratado, en el camino vecinal Ocoña – Piuca; es importante resaltar que los suelos que conforman todo el tramo del camino a nivel de subrasante cuentan con un buen CBR, pero con la carencia de propiedades cohesivas, lo cual implica una falta de plasticidad.

Este aditivo venía siendo usado en la actualidad únicamente en caminos mineros como un tratamiento superficial para el control del polvo.

Así ante lo anteriormente expuesto, la pregunta principal que guía esta investigación es: ¿Cuál es el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña – Piuca, en un determinado tiempo?

La tesis está estructura en 4 capítulos:

Capítulo I Marco Teórico, en él se muestra los estudios, relacionados directamente a la estabilización de suelos mediante el uso de aditivos similares y/o iguales al objeto de la presente investigación, además de conceptos necesarios para realizar la presente tesis.

Capítulo II: Metodología, se da mención de las herramientas a utilizar para la recolección de datos; tales como el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) y el Índice de Condición del Camino no Pavimentado (URCI).

Capítulo III: Pruebas y Resultados, se explica el uso del equipo MERLIN y el relevamiento de fallas, para la obtención de la rugosidad, serviciabilidad y la condición superficial del camino no pavimentado, los mismos que serán presentados en tablas para su posterior evaluación.

Capítulo IV Discusión y Aplicaciones, en él se muestra los resultados obtenidos expresados en porcentaje, los cuales garantizan que el comportamiento de la superficie de rodadura con la aplicación del Cloruro de Magnesio Hexahidratado ha sido eficiente en un determinado tiempo, a excepción de algunos sectores, los cuales han sido denominados como sectores críticos.

1. Planteamiento del problema

El proyecto “Rehabilitación del camino vecinal Ocoña-Piuca” estuvo comprendido, entre otras actividades, a la búsqueda de soluciones ingenieriles que permitan realizar con eficiencia los trabajos concernientes a la estabilización del afirmado que formara parte de la superficie de rodadura.

Debido a la necesidad de evitar la desintegración y/o pérdida de los finos producto del tráfico existente en el camino vecinal, se evaluaron diversas alternativas para la estabilización de los suelos, entre las que destacaron la aplicación del Cloruro de Calcio, Cloruro de Magnesio Hexahidratado, adición de sales, adición de arcillas, uso de una imprimación reforzada sobre la superficie de rodadura; de todas ellas se optó por aplicar el aditivo Cloruro de Magnesio Hexahidratado, por ser la solución más viable y económica (ver Anexo 10).

En el Perú, este aditivo ha sido aplicado únicamente en caminos mineros como un supresor del polvo producido por el tránsito vehicular, mas no como un componente que permita rehabilitar caminos no pavimentados, por lo que no se ha llevado a cabo estudios donde se estime con exactitud qué tan eficiente o no puede ser el uso de este aditivo en la Rehabilitación y/o Mejoramiento de caminos vecinales del Perú.

Es por ello que en la presente tesis se evalúa el comportamiento de la superficie de rodadura del camino vecinal en mención, en un determinado tiempo, a fin de estimar la eficiencia del afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, en términos de rugosidad, serviciabilidad y condición superficial.

2. Formulación del problema

2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña-Piuca, en un determinado tiempo?

2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piuca, en un determinado tiempo?

- b) ¿Cuál es el Índice de Serviabilidad Presente (PSI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piuca, en un determinado tiempo?

- c) ¿Cuál es el Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña Piuca, en un determinado tiempo?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piuca, para determinar su eficiencia en un determinado tiempo.

3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la rugosidad y su variación en un determinado tiempo.

- b) Determinar el Índice de Serviabilidad Presente (PSI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la serviabilidad y su variación en un determinado tiempo.

- c) Determinar el Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la condición superficial y su variación en un determinado tiempo.

4. Justificación

La razón principal de la presente investigación es la de velar por el crecimiento tanto económico como social del país, teniendo en cuenta que este se ve determinado por el buen estado de las vías de comunicación, lo cual conlleva a aplicar nuevas tecnologías de carácter ingenieril; en este caso la aplicación del aditivo Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el afirmado del camino vecinal Ocoña – Piuca.

Este camino vecinal es considerado como un proyecto piloto, dado que es uno de los primeros caminos en ser estabilizados con este tipo de aditivo, es por ello la importancia de realizar una evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura cada cierto tiempo, a fin de garantizar la durabilidad de las vías de acceso a los diferentes centros poblados de la zona de influencia.

5. Alcances

En el desarrollo de la presente tesis, se indica el diseño y el proceso constructivo del camino vecinal Ocoña – Piuca como fundamento teórico, por lo que únicamente haremos uso de esta información para evaluar de una manera más completa los factores que pudieron o no incidir en el deterioro de la superficie de rodadura. Para efectos de los análisis, la elección del caso de investigación se limita a dos sectores del camino vecinal, desde el Km 05+000 al Km 15+000 y del Km 25+000 al Km 35+000.

Los monitoreos ex-post de los tramos en evaluación, se realizaron en campo, en dos fechas específicas, septiembre de 2015 y mayo de 2016, donde se realizó los ensayos de rugosidad mediante el equipo MERLIN y la inspección del camino para la recolección de información sobre las fallas presentadas. El análisis e interpretación de los datos fue realizado en gabinete.

6. Limitaciones

La presente tesis se limita al estudio de la evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, en términos de rugosidad, serviciabilidad y condición superficial en un determinado tiempo, en el proyecto: “Rehabilitación del camino vecinal Ocoña – Piuca”, lo cual implicó realizar viajes a la zona de influencia para la recolección de datos.

Para cumplir con los procedimientos de la ejecución de las evaluaciones funcionales de la superficie de rodadura, en el caso de la rugosidad, se siguió los pasos establecidos por el Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) para el uso del equipo MERLIN, para la Serviciabilidad, se aplicó la expresión aproximada de Michael W. Sayers, Thomas D. Gillespie y Cesar A. V. Queiroz, y para la condición superficial, se utilizó el manual técnico TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management, Department of the Army* (USA, 1995), al no existir normativa peruana para este tipo de ensayos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Cavieres (2008) del departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, presentó una tesis donde determinó, en base a una inspección visual, mediciones de rugosidad y deflectometría que el comportamiento del Cloruro de Magnesio Hexahidratado en caminos fue eficiente y/o exitoso , llegando a la conclusión que dicho aditivo sirve como un aglomerante para casi cualquier tipo de suelos de preferencia con poca grava, sin embargo indica que aún existe incertidumbre respecto a las dosificaciones propias del aditivo, así mismo manifestó que el mantenimiento de estos caminos deben de realizarse aproximadamente a los 2 años de realizado los trabajos de estabilización.

Atarama (2015) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, presentó una tesis donde evalúa y analiza la incorporación de un aditivo denominado como PROES en el mejoramiento de un camino a nivel de afirmado, para tal fin midió la rugosidad y las deflexiones del mismo, teniendo como referencia las normas técnicas peruanas, a partir de los resultados obtenidos concluye que dicho aditivo si mejora las propiedades físicas y mecánicas del afirmado, sin embargo por sí mismo no brinda protección al desgaste por rodadura, por lo que se debe proteger con mortero asfáltico.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Camino vecinal

Los caminos vecinales o rurales tienen por objetivo servir de elemento de unión y comunicación entre los principales centros poblados, entre los centros de producción de la zona a la que pertenece, entre sí y con el resto del país, articulándose con la red vial departamental y nacional. Generalmente no son pavimentados, son más angostos, las curvas son más cerradas y las pendientes más empinadas que las de las carreteras, y respecto al tráfico, el IMDa es menor a 200 vehículos.

Las mejoras en el acceso rural dan lugar a beneficios a la población: Menores costos de transporte al tráfico existente debido a rutas más suaves y más cortas, ahorro en tiempo debido a los viajes más rápidos, beneficios de desarrollo económico que generan el nuevo tráfico y beneficios sociales debido a la mejora de acceso a escuelas y hospitales.

1.2.1.1. Características de caminos vecinales

Las características principales de los caminos vecinales, que las distinguen de las carreteras convencionales, son:

- a) El desarrollo del camino tiene un alto potencial para influir en el desarrollo económico a través de los efectos secundarios de suministro. Por ejemplo, una mejor accesibilidad puede conducir a cambios en los tipos de cultivo – desde los cultivos de subsistencia a los cultivos comerciales – o a mejoras en la salud y la educación que lleven a jornadas más productivas al año y a una mano de obra mejor calificada.
- b) La mayoría de los usuarios del camino viajan en modo lento, ya que la mayoría del tráfico consiste en peatones y tráfico no motorizado.
- c) El tráfico peatonal, tráfico no motorizado y vehículos motorizados tienden a mezclarse en la corriente de tráfico. Consecuentemente, los accidentes tienden a estar dominados por accidentes de un solo vehículo y accidentes entre tráfico motorizado y no motorizado; y
- d) Generalmente habrá periodos durante el año con el pase interrumpido. (Mackie P., Nellthorp J. y Laird J., 2005).

1.2.2. Estabilización de suelos

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular estabilizada o tratada ya sea con cemento, o con cal, o con asfalto, etc.

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

1.2.2.1. Métodos de estabilización de suelos

Las metodologías empleadas para la estabilización de suelos de acuerdo al Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC (2014), son las siguientes:

- Estabilización mecánica de suelos.
- Estabilización por combinación de suelos.
- Estabilización por sustitución de suelos.
- Estabilización química de suelos.
- Estabilización con productos asfálticos.
- Estabilización con geosintéticos.

1.2.2.2. Estabilización química de suelos

La estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico, genéricamente denominado estabilizador químico, el cual se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones a técnicas propias del producto.

Los estabilizadores químicos y sus efectos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Estabilizadores químicos y sus efectos

ESTABILIZADOR QUÍMICO	EFECTOS
Cal	Disminución de la plasticidad del suelo, aceleración de compactación, incrementos del CBR y resistencia a la tracción del suelo.
Cemento	Aumento de la resistencia del suelo.
Escoria	Aumento de resistencia e impermeabilidad.
Cloruro de sodio	Absorbe la humedad del aire, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo.
Cloruro de calcio	Similar a las propiedades del cloruro de sodio, mejora el proceso de compactación, aumenta la resistencia del suelo, previene el desmoronamiento de la superficie y es un paliativo del polvo.
Cloruro de magnesio	Más efectivo que el cloruro de calcio, absorbe la humedad del ambiente, cohesiona la partículas finas, retiene la humedad absorbida, y es altamente soluble en agua.

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC (2014)

1.2.3. Cloruro de magnesio hexahidratado

El Cloruro de Magnesio Hexahidratado o Bischofita es una sal delicuescente, por lo que tiene afinidad química por el agua, pudiendo absorber cantidades relativamente altas de este recurso si se expone a la atmósfera, formando una solución líquida.

Esta posee diversas propiedades que permiten su uso potencial como estabilizador químico de capas de rodadura granulares, tales como la capacidad de absorber y retener la humedad del ambiente circundante, incrementa la tensión superficial del agua y reduce la presión de vapor del agua.

1.2.3.1. Composición del estabilizador

Su fórmula química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Los componentes mayores del Cloruro de Magnesio Hexahidratado son el cloro, magnesio y agua, y los componentes menores son el sodio, sulfato, potasio, litio y boro; las proporciones de cada uno se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición del Cloruro de Magnesio Hexahidratado

QUÍMICO	PORCENTAJE
Cloro	29.0%-32.8%
Magnesio	10.0%-12.8%
Agua	50.0%-55.0%
Sodio	0.5%-2.8%
Sulfato	0.0%-2.0%
Potasio	0.3%-3.8%
Litio	0.2%-1.1%
Boro	0.1%-0.5%

Fuente: Expediente Técnico "Rehabilitación del C.V. Ocoña-Piuca"

1.2.3.2. Propiedades del estabilizador

Estas propiedades pueden verse definidas de la siguiente manera

a) Higroscópica

Posee la capacidad de absorber la humedad del ambiente, incluso en zonas sumamente áridas. Haciendo que la superficie del camino no libere partículas finas en forma de polvo, por lo que la emisión de este en los caminos estabilizados con cloruro de magnesio hexahidratado disminuirá casi por completo (sobre un 90% medido con el equipo DustMate).

b) Ligante

Cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodadura. La superficie de rodadura de los caminos estabilizados con el aditivo permanece internamente húmeda, siempre y cuando exista una humedad relativa superior al 30% y cristalizada en la superficie, debido a lo cual el tránsito habitual producirá una acción de compactación adicional, provocando una superficie de rodado suave, lo que mejora la resistencia a la acción abrasiva del tránsito y aumenta la vida útil de los neumáticos.

c) Resistente a la evaporación

Posee una baja tensión de vapor, lo que permite que no se pierda la humedad absorbida. La presión de vapor de soluciones de cloruro de magnesio hexahidratado es significativamente menor que la del agua a cualquier temperatura y humedad relativa, reduciendo la tasa de evaporación del agua hasta 3,1 veces.

d) Baja temperatura de congelamiento

Capacidad de resistir bajas temperaturas (-32.8 °C).

e) Altamente soluble en agua

Permite elaborar una solución en forma rápida y sencilla.

1.2.3.3. Mecanismo de estabilización

El mecanismo de estabilización del Cloruro de Magnesio Hexahidratado (Bischofita) consiste en

a) Absorción y retención de humedad en la superficie de rodadura

La superficie de rodadura del camino estabilizado con Bischofita absorbe el agua del aire durante las horas de mayor humedad relativa (principalmente durante la noche y en la mañana). Esta humedad es retenida durante un periodo de tiempo que depende de las condiciones climáticas. Así se evita la pérdida de partículas finas en forma de polvo y la posterior pérdida de partículas gruesas.

b) Cristalización de la bischofita en la superficie de rodado

Bajo condiciones de la baja humedad relativa, generalmente en la tarde en climas áridos, se produce la cristalización del cloruro de magnesio hexahidratado en la fracción superior de la superficie de rodado, cementando las partículas finas. Esto forma una costra dura que resiste la acción abrasiva del tránsito, y, como consecuencia, se reduce la tasa de deterioro y mejora la calidad de rodadura.

c) Aglomeración de partículas finas

La adición de Bischofita al suelo permite la aglomeración de las partículas finas, mecanismo que difiere si se trata de suelos no plásticos o de alta plasticidad. En suelos no plásticos y de baja plasticidad, tales como limos y arenas finas, el mecanismo de aglomeración es consecuencia de la mayor tensión superficial de la solución salina que rodea las partículas. La película de agua que rodea las partículas finas de suelo es como un "puente elástico" que une partículas adyacentes, al agregar Bischofita al suelo mejora la resistencia de este puente elástico, ayudando a mantener unidas las partículas e incrementando la resistencia al corte.

En suelos de alta plasticidad con un alto contenido de arcillas, la adición de Bischofita produce la aglomeración de los minerales de arcilla debido al intercambio de iones. El intercambio de iones reduce la carga negativa del mineral de arcilla, y, por ende, el espesor de la película de agua adsorbida y la repulsión entre las partículas. La menor repulsión, junto a una mayor tensión superficial de la solución salina, tiene como consecuencia que las fuerzas de atracción (del tipo Van der Waals) entre las partículas se incrementen relativamente, causando su aglomeración.

d) Estabilidad frente a ciclos de hielo/deshielo

Debido a que el cloruro de magnesio reduce el punto de congelamiento del agua del suelo, permite minimizar el daño de la capa de rodadura granular causado por los ciclos de hielo / deshielo. (Thenoux Z. G y Vera A. S. 2002).

De lo indicado en la cita anterior, el cloruro de magnesio hexahidratado colocado en el afirmado mediante una mezcla homogénea, capta la humedad del medio ambiente, evitando la pérdida de finos en forma de polvo. Como se trata de una sal en forma de solución líquida, al perder su agua de colocación, recristaliza incorporando los finos de la base, generando una película altamente resistente al desgaste por abrasión.

1.2.3.4. Procedimiento de aplicación del estabilizador

Se inicia realizando los trabajos de explanación, dependiendo de las secciones existentes, hasta llegar al nivel de la subrasante, una vez culminado estos trabajos se coloca el material de afirmado, el mismo que es traído de canteras autorizadas y humedecido con un riego de salmuera de magnesio, cuya disolución fue homogénea y preparada a una proporción de 1.5 de cloruro de magnesio hexahidratado por 1 de contenido de agua en peso, lo que permite obtener una densidad igual a 1.25 tn/m³; esta solución es vertida sobre el afirmado con la ayuda de un camión cisterna y la mezcla de ambos componentes con el uso de una motoniveladora, cabe resaltar que la aplicación de esta solución sobre el afirmado depende del contenido de humedad óptimo, el cual es obtenido en base al ensayo de proctor realizado al material de cantera.

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, cada capa del afirmado fue compactada en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios autopropulsados con un peso mínimo de 9 toneladas. La compactación se efectúa longitudinalmente comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro del camino, para fines de calidad se efectúa el ensayo de control de densidad (ASTM D-1556) cada 250 m² de material colocado, donde se comprueba que la densidad resulte ser superior al 95% de la densidad máxima determinada en los ensayos de laboratorio (ASTM D-1557, parámetro que indica la buena compactación del afirmado).

Luego de terminado estos trabajos se procede a aplicar sobre el camino, un riego sellador, el mismo que es colocado sobre todo el ancho de la superficie a una velocidad aproximada de 10 km/hora, regando 1lt/m² por cada pasada del camión cisterna. La dosis adecuada para aplicar un sello es de 4lt/m² de solución equivalente a 3kg/m² de cloruro de magnesio hexahidratado, la que se aplica en cuatro riegos sucesivos teniendo la precaución que cada riego haya penetrado adecuadamente en la superficie del camino. Durante la ejecución de esta operación es necesario interrumpir el tránsito.

De esta manera se consigue una costra superficial durable, que reduce casi por completo la producción y dispersión del polvo causado por el tráfico vehicular, mejorando sensiblemente las condiciones ambientales en la zona aledaña. En la Figura 1 se muestra el proceso de aplicación del estabilizador.

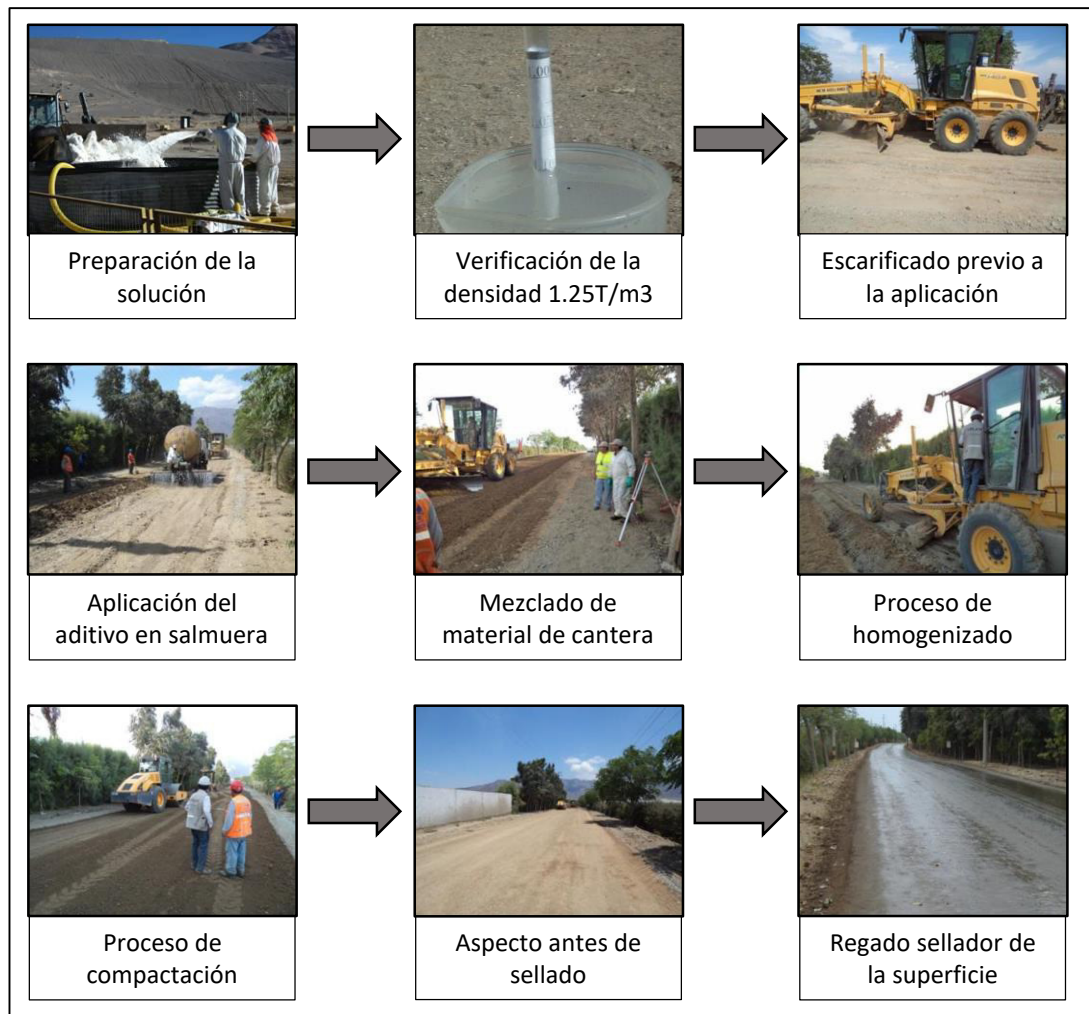


Figura 1: Procedimiento de aplicación del estabilizador

Fuente: Propia

1.2.4. Rugosidad

La rugosidad de un camino se define como la variación en la elevación de una superficie a lo largo de un camino que causa vibraciones en los vehículos que lo atraviesan. La estadística de resumen estándar que cuantifica esta variación es el IRI. (Sayers M, Gillespie T, Paterson W., 1986).

La rugosidad también se define como aquella desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica con dimensiones características que afectan la dinámica del vehículo y la calidad de manejo. (ASTM E867-97 Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems, 2002).

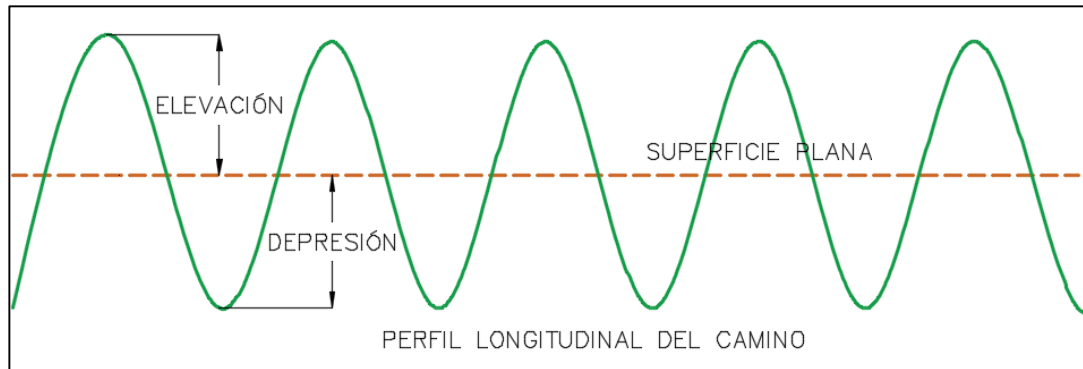


Figura 2: Representación de la rugosidad

Fuente: Propia

En la Figura 2, se aprecia la representación gráfica de la rugosidad, como un perfil longitudinal de un camino, donde se muestran las variaciones de las elevaciones y depresiones de la huella de la vía respecto a una superficie plana.

También la rugosidad se define como el parámetro del estado más característico de la condición funcional de la capa de superficie de rodadura de un pavimento. Se expresa mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2008).

1.2.4.1. Índice Internacional de Rugosidad (IRI)

El Índice Internacional de Rugosidad, mejor conocido como IRI (International Roughness Index), fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar estadístico de la rugosidad, y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino.

El IRI se define como una propiedad matemática del perfil bidimensional de una carretera (una porción longitudinal de la carretera que muestra las elevaciones y depresiones que varían con la distancia longitudinal a lo largo

de una huella recorrida en la carretera). Como tal, se puede calcular a partir de perfiles obtenidos con cualquier método de medición válido, que van desde equipos estáticos de medición de mira y nivel hasta sistemas de perfiles inerciales de alta velocidad.

El cálculo matemático del Índice Internacional de Rugosidad está basado en la acumulación de desplazamientos en valor absoluto, de la masa superior con respecto a la masa inferior (en milímetros, metros o pulgadas) de un modelo de vehículo, dividido entre la distancia recorrida sobre un camino (en m, km. o millas) que se produce por los movimientos al vehículo, cuando este viaja a una velocidad de 80 km/hr. El IRI se expresa en unidades de mm/m, m/km, in/mi, etc.

El rango de la escala del IRI para un camino pavimentado es de 0 a 12 m/Km, donde 0 es una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable. En la Figura 3 se presentan las características de los pavimentos dependiendo del valor del IRI, según experiencias recogidas por el Banco Mundial en diversos países.

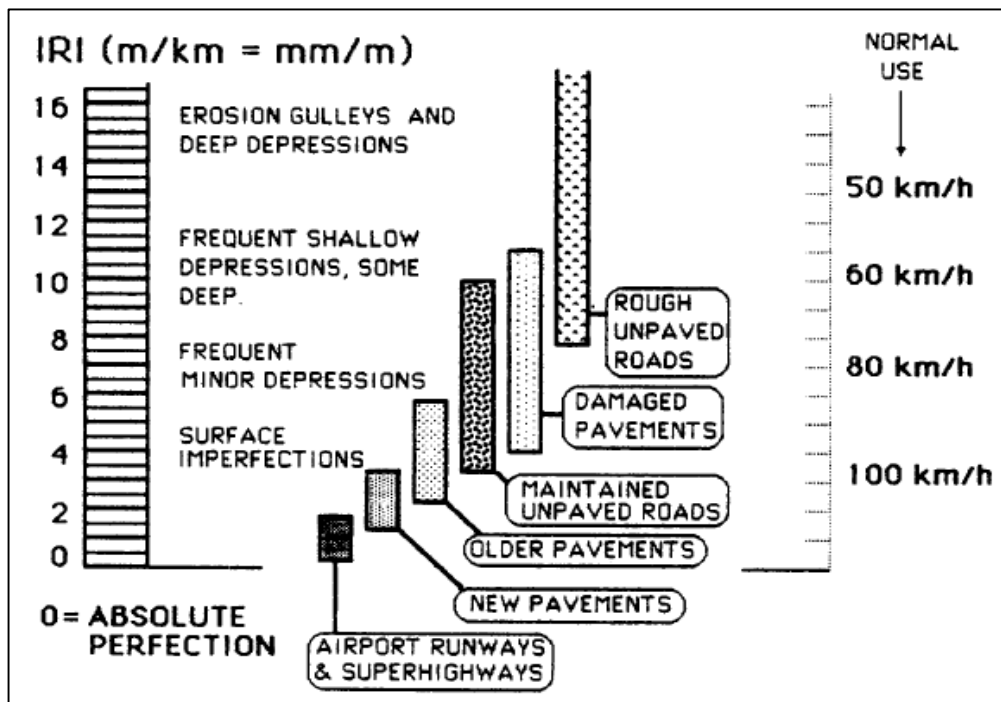


Figura 3: Escala de valores del IRI y características de los pavimentos

Fuente: World Bank Technical Paper N° 46

Tabla 3: Estado vial de carreteras no pavimentadas, según la rugosidad

ESTADO	RUGOSIDAD
Bueno	$IRI \leq 6$
Regular	$6 < IRI \leq 8$
Malo	$8 < IRI \leq 10$
Muy Malo	$10 \leq IRI$

Fuente: World Bank Technical Paper N° 46

1.2.4.2. Métodos de medición del IRI

Los métodos para medir la rugosidad de las carreteras usadas en todo el mundo se pueden agrupar en cuatro clases genéricas, según el fundamento de qué tanto sus medidas se relacionan directamente al IRI, que a su vez afecta a los requisitos de calibración y la precisión asociada con su uso, las cuales son las siguientes:

Clase 1: Perfiles de precisión.

Esta clase representa los estándares más altos de precisión para la medición del IRI. Un método de clase 1 requiere la medición del perfil longitudinal de la trayectoria de la huella, como una base para calcular el valor del IRI. Para los métodos perfilométricos, la distancia entre las muestras debe ser no mayor de 250mm (4 medidas/metro) y la precisión en la medición de la elevación debe ser de 0.5 mm para pavimentos muy lisos. Las mediciones menos precisas son aceptables para superficies más desniveladas, como se especifica en los métodos de clase 2. Los perfilómetros de alta velocidad ofrecen medios potenciales para la medición rápida del IRI; sin embargo, el perfilómetro debe ser validado en algún momento contra un procedimiento establecido tal como la mira y nivel para probar su precisión.

En muchos casos, un método que produzca este nivel de precisión tendrá una desventaja asociada de requerir un gran esfuerzo para realizar la medición de la rugosidad, como por ejemplo el uso de mira y nivel. La precisión obtenida usando un método de clase 1 por definición coincide o excede los requisitos de una aplicación dada, y por lo tanto, se considera que el método de clase 1

tiene la principal utilidad para validar otros métodos, o cuando se requieren datos especiales de alta precisión.

Clase 2: Otros métodos perfilométricos.

Esta clase incluye todos los otros métodos en los cuales se mide el perfil como una base para el cálculo directo del IRI, pero que no son capaces de alcanzar la precisión requerida para una medición de clase 1. Aunque los equipos y métodos usados para la medición del perfil son verificados funcionalmente mediante un proceso de calibración independiente, estos están limitados en exactitud o el ancho de banda, menos de lo necesario para calificar como un método de clase 1.

Consecuentemente, el cálculo del valor del IRI desde una medición del perfil de clase 2 puede no ser exacta al límite práctico debido a los errores aleatorios o de tendencia en un rango de condiciones. Esta clase incluye valores de IRI calculados a partir de perfiles medidos con perfilómetros de alta velocidad y con métodos estáticos que no cumplen los requisitos de precisión y/o intervalos establecidos en el *World Bank Technical Paper N° 46*.

Clase 3: Estimaciones del IRI a partir de ecuaciones de correlación

La mayoría de los datos de rugosidad de la carretera que se recolectan en todo el mundo se obtienen con RTRRMS (*Response-Type Road Roughness Measuring System* – Sistema de medición de rugosidad del camino tipo respuesta). La medida de estos depende de la dinámica de un vehículo para escalar las mediciones para obtener propiedades de rugosidad comparables con el IRI. Las propiedades dinámicas son únicas para cada vehículo, no obstante, cambia con el tiempo, en consecuencia, las medidas “en bruto” de las inclinaciones promedio obtenidas del RTRRMS debe ser corregido a la escala del IRI usando una ecuación de calibración que es obtenida experimentalmente para un específico RTRRMS. Debido a que la dinámica de un vehículo cambia fácilmente, se debe emplear muchos procedimientos de mantenimiento y operación muy rigurosos para el vehículo utilizado, y las pruebas de control deben ser parte rutinaria de las operaciones normales.

Esta clase también incluye otros instrumentos de medición de rugosidad capaces de generar una rugosidad numérica razonablemente correlacionada con el IRI. Las medidas obtenidas pueden ser usadas para estimar el IRI a través de ecuaciones de regresión si se realiza un experimento de correlación. Este enfoque suele ser más complicado de lo que vale, a menos que sea necesario convertir una gran cantidad de datos pasados en la escala IRI.

Clase 4: Clasificaciones subjetivas y medidas no calibradas

Hay situaciones en las que se necesita una base de datos de la rugosidad, pero no es esencial la alta precisión o no se puede permitir. Sin embargo, es deseable relacionar las medidas con la escala del IRI. En esos casos, se podría utilizar una evaluación subjetiva que incluya una experiencia de conducción en la carretera o una inspección visual. Otra posibilidad es usar las mediciones desde un instrumento no calibrado. La conversión de estas observaciones a la escala del IRI es limitada a una equivalencia aproximada, que puede ser mejor establecida mediante la comparación con descripciones verbales y/o gráficas de los caminos identificados con los valores asociados del IRI. Esencialmente, las estimaciones de equivalencia son la calibración, aunque aproximada, y puede considerarse como “calibración por descripción”.

1.2.4.3. Equipo MERLIN

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa *Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation*), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables. Básicamente la solicitud para la ejecución de la rugosidad con este equipo mecánico se sustenta en la forma en que toma las lecturas, se efectúa en forma estática no afectándole por tanto los efectos de las pendientes, curvas, ni la velocidad de los vehículos de calibración. Este equipo califica como Clase 2, de acuerdo a lo especificado en el *World Bank Technical Paper N° 46*.

El MERLIN es un equipo de diseño simple, en la Figura 4 y Figura 5 se presentan un esquema ilustrativo del instrumento, consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla.

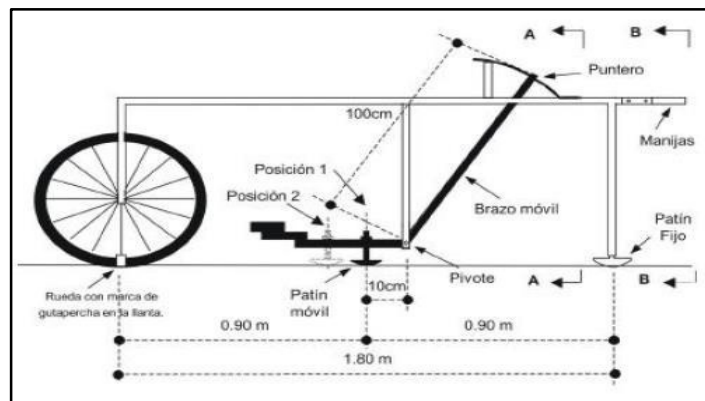


Figura 4: Esquema del equipo MERLIN

Fuente: Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL)

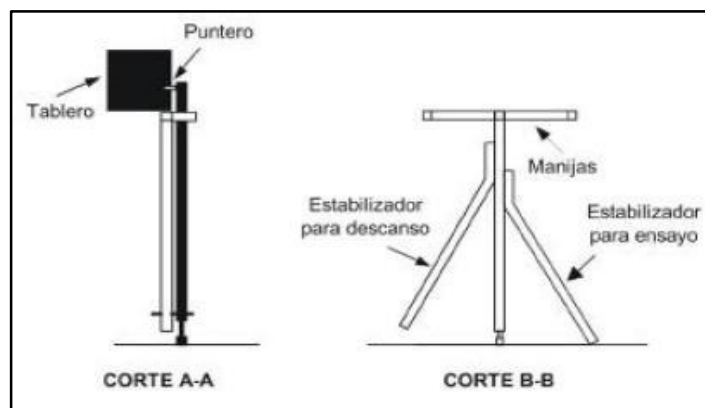


Figura 5: Esquema transversal del equipo MERLIN

Fuente: Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL)

Aproximadamente en la parte central del elemento horizontal, se proyecta hacia abajo una barra vertical que no llega al piso, en cuyo extremo inferior pivotea un brazo móvil. El extremo inferior del brazo móvil está en contacto directo con el piso, mediante un patín empernado y ajustable, el cual se adecua a las imperfecciones del terreno, mientras que el extremo superior termina en un puntero o indicador que se desliza sobre el borde de un tablero, de acuerdo a la posición que adopta el extremo inferior del patín móvil al entrar en contacto con el pavimento. La relación de brazos entre los segmentos extremo inferior del patín móvil-pivote y pivote-puntero es 1 a 10, de manera tal que un movimiento vertical de 1 mm, en el extremo inferior del patín móvil, produce un desplazamiento de 1 cm del puntero.

Para registrar los movimientos del puntero, se utiliza una escala gráfica con 50 divisiones, de 5 mm de espesor cada una, que va adherida en el borde del tablero sobre el cual se desliza el puntero, el mismo que puede ser observado en la Figura 6, de esa forma se determina la dispersión de las desviaciones de la superficie de rodadura respecto del nivel de referencia.

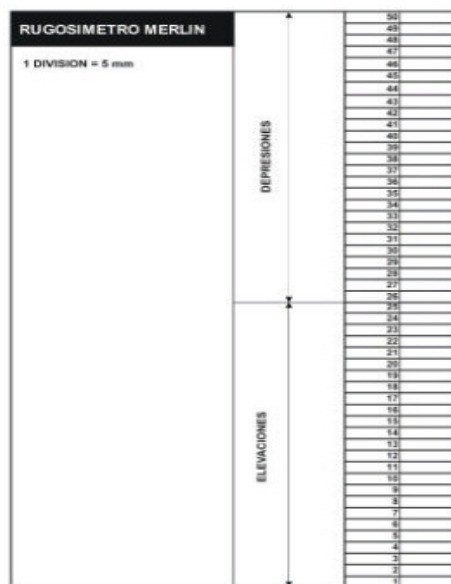


Figura 6: Escala de dispersiones de tablero del MERLIN

Fuente: Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL)

1.2.5. Serviciabilidad

La serviciabilidad o nivel de servicio se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario, cuando este circula por la vía. Normalmente en el ámbito de la ingeniería vial, se conoce a la serviciabilidad como un indicador de volumen de tránsito y capacidad de las carreteras.

En el caso de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tráfico, como los caminos vecinales, en las que su nivel de saturación respecto a la capacidad no es un parámetro crítico, la serviciabilidad establece las condiciones en que deben conservarse las carreteras. Estas deben en todo momento presentar un estado igual o menor que el nivel especificado. En ese sentido la serviciabilidad, está referida a la comodidad operativa en términos de rugosidad de la carretera.

El concepto de serviciabilidad está basado en cinco aspectos fundamentales resumidos de la siguiente manera

- a) Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
- b) El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
- c) La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
- d) Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.
- e) El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento. (Dujisin D, Arroyo A. 1995).

1.2.5.1. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

La AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) desarrolló una prueba en 1959 en la que estableció la serviciabilidad a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios.

Este promedio da origen a la escala conocida como conocida como *Present Serviceability Rating*, PSR. Entonces, como la serviciabilidad es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento se definió una escala de evaluación de 0 a 5. En ella una evaluación con nota 5 significa una superficie perfecta, mientras que una nota 0 significa intransitable.

Para disminuir el carácter subjetivo de este índice se relacionaron estas evaluaciones con ciertas características físicas del pavimento que pueden medirse objetivamente. De esta manera se obtiene el denominado *Present Serviceability Index*, PSI (Índice de Serviciabilidad Presente).

El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) es empleado para evaluar la serviciabilidad del pavimento, el cual establece la condición funcional o capacidad de servicio actual del pavimento.

La Transitabilidad de la vía, es decir, la adjetivación de la calidad de servicio que brinda en un momento determinado el pavimento, se evalúa en función de los valores de PSI calculados, de acuerdo a los rangos mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4: Rangos del PSI

PSI	TRANSITABILIDAD
0 - 1	Muy Malo
1 - 2	Malo
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

Fuente: AASHTO

En referencia a los resultados del experimento internacional sobre la rugosidad en caminos, realizado en Brasil en 1982, se encontró que la Clasificación de la Serviciabilidad Presente (PSR) desarrollada por AASHO para evaluar la condición del pavimento estaba altamente correlacionada con la “rugosidad” tal como fue medida entonces, y la vinculación conceptual entre la opinión del usuario y la rugosidad ha permanecido hoy. (Sayers M, Gillespie T, Queiroz C., 1995).

La determinación analítica del PSI se efectúa utilizando la expresión de correlación desarrollada con la base de datos establecida en dicho experimento, que relaciona el IRI con el PSI:

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Donde:

IRI : Índice Internacional de Rugosidad

PSI : Índice de Serviciabilidad Presente

1.2.6. Condición superficial

La condición superficial está referida los tipos de deterioros, severidad y cantidad que presenta un camino, los cuales pueden ser evaluados por la observación y medición de las fallas de la superficie de rodadura.

La metodología para determinar la condición superficial de un camino no pavimentado se presenta el manual TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*, desarrollado por el Cuartel General, Departamento del Ejército (USA). Este manual describe el proceso de la inspección del camino para determinar las fallas existentes y su nivel de severidad, y los procedimientos para calcular el Índice Condición del Camino no pavimentado (URCI).

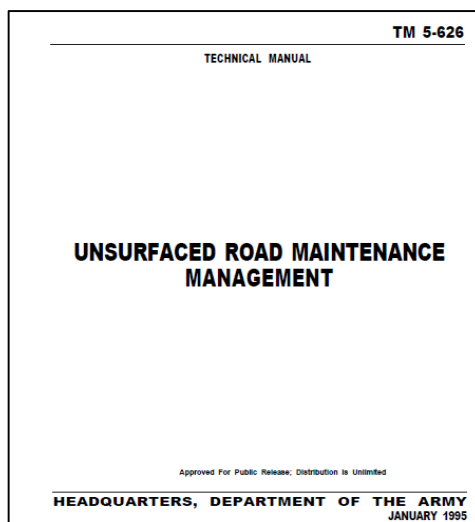


Figura 7: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management
Fuente: Cuartel General del Departamento del Ejército (USA)

1.2.6.1. Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI)

El índice de condición del camino no pavimentado (URCI) es un indicador numérico basado en la escala del 0 al 100. El URCI indica la integridad del camino y la condición operacional de la superficie de rodadura. Su escala y clasificaciones asociadas son mostradas en la Figura 8 y es idéntico al Índice de condición del pavimento (PCI) para carreteras pavimentadas.



Figura 8: Escala URCI y clasificación de condición
Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

El URCI es determinado midiendo las fallas de la superficie de rodadura. El método ha sido probado en campo y ha sido comprobado en ser un dispositivo útil para determinar las necesidades y prioridades en el mantenimiento y reparación de caminos.

1.2.6.2. Tipo de fallas en caminos no pavimentados

Los siete tipos de fallas para caminos no pavimentados, sus niveles de severidad y medición de acuerdo al manual TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*, se muestran a continuación:

a) Sección transversal inapropiada

Descripción

Un camino no pavimentado debe tener una corona con suficiente pendiente (bombeo) desde la línea central hacia las bermas para drenar toda el agua de la superficie de rodadura. No se usa bombeo en las curvas, porque son usualmente peraltadas. La sección transversal es inapropiada cuando la superficie de rodadura del camino se deforma y no puede acarrear agua hacia las cunetas.



Figura 9: Ejemplo de sección transversal inapropiada

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad

- Bajo (L). Cantidades pequeñas de agua estancada o evidencia de estancamiento de agua en la superficie de rodadura. La superficie de rodadura está completamente plana (Sin pendiente transversal-Sin bombeo).

- Medio (M). Cantidades moderadas de agua estancada o evidencia de estancamiento de agua en la superficie de rodadura. La superficie de rodadura tiene forma cóncava
- Alto (H). Cantidades grandes de agua estancada o evidencia de estancamiento de agua en la superficie de rodadura. La superficie de rodadura contiene severas depresiones.

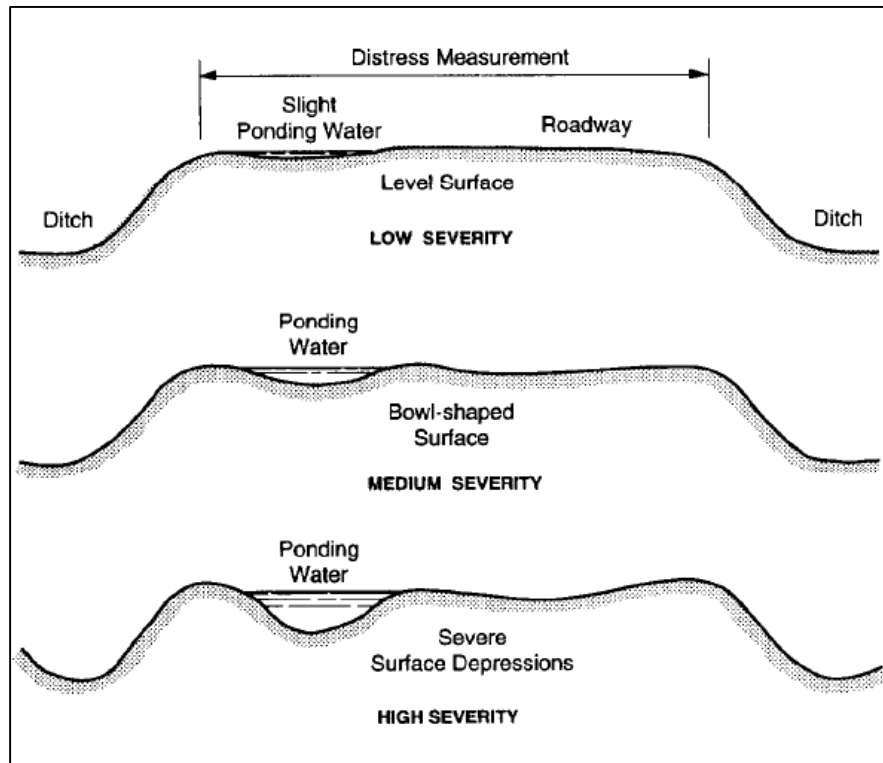


Figura 10: Niveles de severidad de sección transversal inapropiada
Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

La sección transversal inapropiada es medida en metros (m) por unidad de muestra (a lo largo del eje o paralelo al eje). La sección transversal se extiende desde el corte externo del desnivel en un lado del camino hasta el corte externo del desnivel en el otro lado. Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra. Por ejemplo, Podría haber 18 metros con severidad media y 12 metros con severidad baja. La longitud máxima sería equivalente a la longitud de la unidad de muestra.

b) Inadecuado drenaje longitudinal

Descripción

El drenaje pobre causa que el agua se estanque. El drenaje llega a ser en un problema cuando las cunetas y alcantarillas no están en buenas condiciones suficiente para encauzar y acarrear el agua de escorrentía por la inapropiada forma o mantenimiento.



Figura 11: Ejemplo de inadecuado drenaje longitudinal

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad

- Bajo (L). Existe pequeñas cantidades de lo siguiente: Agua estancada o evidencia de agua estancada en las cunetas. Crecimiento de vegetación o escombros en las cunetas.
- Medio (M). Existe moderadas cantidades de lo siguiente: Agua estancada o evidencia de agua estancada en la superficie de rodadura. Crecimiento de vegetación o escombros en las cunetas. Erosión de las cunetas hacia el interior de la calzada.
- Alto (H). Existe grandes cantidades de lo siguiente: Agua estancada o evidencia de agua estancada en las cunetas. Agua corriendo o cruzando el camino. Crecimiento de vegetación o escombros en las cunetas. Erosión de las cunetas hacia el interior de la calzada.

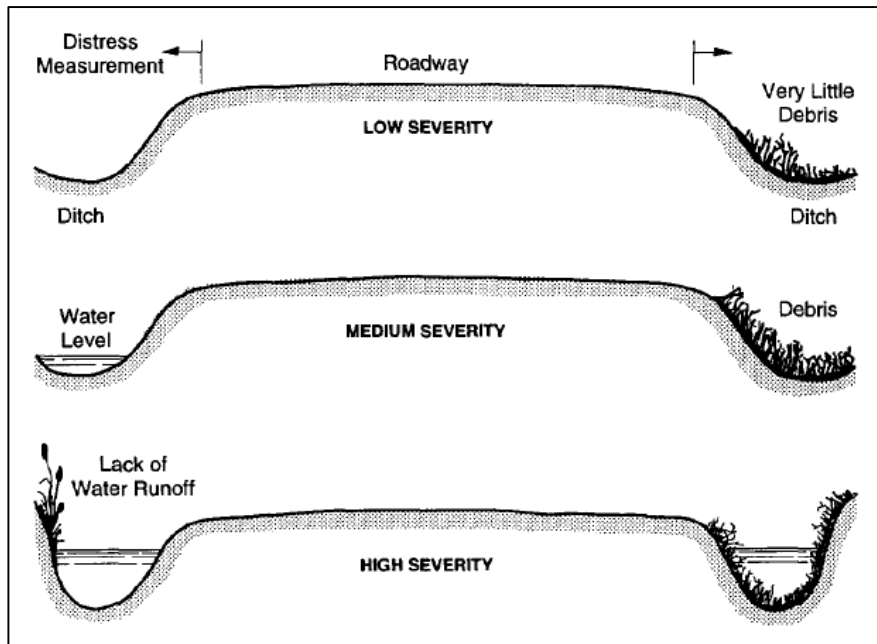


Figura 12: Niveles de severidad de inadecuado drenaje longitudinal

Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

Los problemas de drenaje son medidos en metros (m) por sección paralela al eje del camino. La longitud máxima es dos veces la longitud de la unidad de muestra (dos cunetas por el total de longitud de la unidad de muestra). Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra. Por ejemplo, una unidad de muestra puede 36 metros con severidad baja y 10.5 metros con severidad alta.

c) Encalaminado

Descripción

El encalaminado (también conocido como corrugaciones), son ondulaciones estrechamente espaciados a intervalos bastante regulares, y son perpendiculares a la dirección del tráfico. Este tipo de falla resulta de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados de material granular. Son usualmente formados en pendientes, en curvas, en áreas de aceleración o desaceleración, o en áreas donde el camino es suave o con baches.



Figura 13: Ejemplo de encalaminado

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad.

- Bajo (L). Las corrugaciones son de menos de 2.5 cm de profundidad.
- Medio (M). Las corrugaciones son de entre 2.5 cm a 7.5cm de profundidad.
- Alto (H). Las corrugaciones son más profundas que 7.5cm.

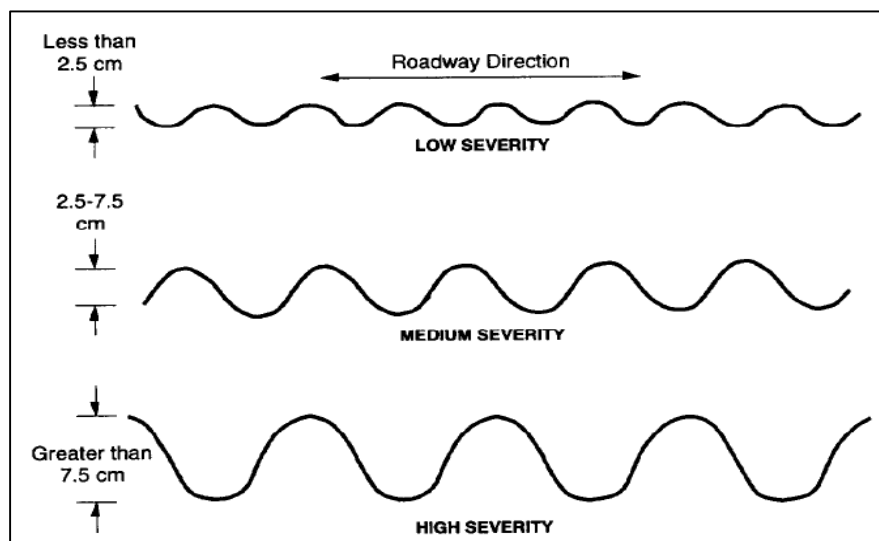


Figura 14: Niveles de severidad de encalaminado

Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

El encalaminado es medido en metros cuadrados (m^2). La cantidad no puede exceder el total del área de la unidad de muestra. Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra. Por ejemplo, una unidad de muestra de $25m^2$ puede tener $21 m^2$ con moderada severidad y $4 m^2$ con severidad alta.

d) Polvo

Descripción

El Polvo es causado por el desgaste del tráfico en los caminos no pavimentados, que acabará aflojando las partículas más grandes del aglomerante del suelo. A medida que pasa el tráfico, las nubes de polvo crean un peligro para el camino o paso de los vehículos y causa problemas ambientales significativos.



Figura 15: Ejemplo de polvo

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad.

- Bajo (L). El tráfico normal produce un polvo fino que no obstruye la visibilidad.
- Medio (M). El tráfico normal produce nubes de polvo moderadamente espesas que obstruye parcialmente la visibilidad y hace que el tráfico reduzca la velocidad.
- Alto (H). El tráfico normal produce una nube de polvo muy espesa que obstruye severamente la visibilidad y hace que el tráfico reduzca la velocidad significativamente o se detenga.

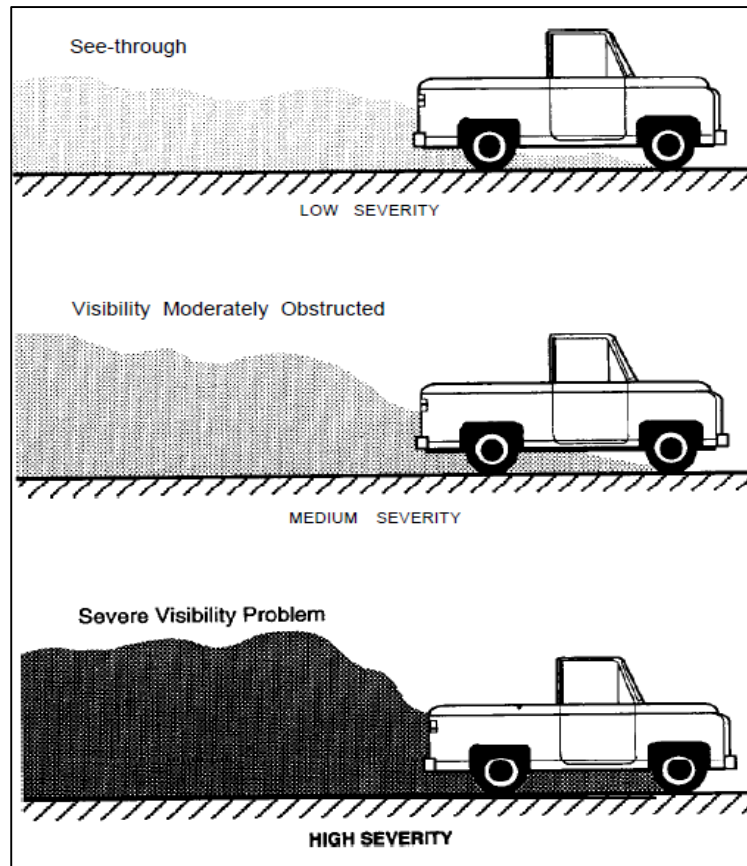


Figura 16: Niveles de severidad del polvo

Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

Maneje un vehículo a 40 Km/h y observe la nube de polvo. El polvo es medido como de severidad baja, media o alta por unidad de muestra.

e) Baches

Descripción

Los baches son depresiones en forma cóncava en la superficie de rodadura, estos son usualmente menores de 1m de diámetro. Los baches son producidos cuando el tráfico desgasta pequeñas partes de la superficie de rodadura, y crecen más rápido cuando el agua se deposita dentro del agujero. El camino luego continúa desintegrándose debido al aflojamiento y/o desprendimiento del material de la superficie o los puntos débiles en los suelos subyacentes.



Figura 17: Ejemplo de baches

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad

Los niveles de severidad por baches están basados en el diámetro y la profundidad del bache de acuerdo a la Tabla 5.

Tabla 5: Niveles de severidad de baches

PROFUNDIDAD MÁXIMA	DIÁMETRO PROMEDIO		
	Menor que 0.3 m	0.3 – 0.6 m	Mayor a 1 m*
1.5 – 5 cm	L	L	M
5 – 10 cm	L	M	H
10+ cm	M	H	H

*Si el bache es mayor a 1 m de diámetro, el área debe ser determinada en metros cuadrados y dividido por 7 para encontrar el equivalente en números de baches.

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

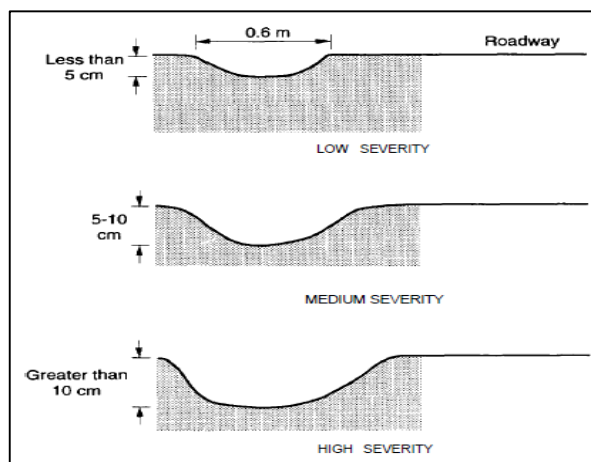


Figura 18: Niveles de severidad de baches

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

Medición

Los baches son medidos contando el número de los que son de severidad baja, media y alta en una unidad de muestra y registrándolos por separado. Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra. Por ejemplo, puede haber 14 baches de severidad media y 8 baches de severidad alta.

f) Ahuellamiento

Descripción

Es una depresión en la superficie de la trayectoria de los neumáticos, paralela al eje del camino, son causados por una deformación permanente en el afirmado o subrasante. Estos son resultado de la circulación repetida de los vehículos, especialmente cuando el camino es suave. Ahuellamientos significativos pueden destruir un camino.



Figura 19: Ejemplo de ahuellamiento

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad.

- Bajo (L). Los ahuellamientos son menores a 2.5cm de profundidad.
- Medio (M). Los ahuellamientos son entre 2.5 a 7.5 cm de profundidad.
- Alto (H). Los ahuellamientos son más profundos que 7.5 cm.

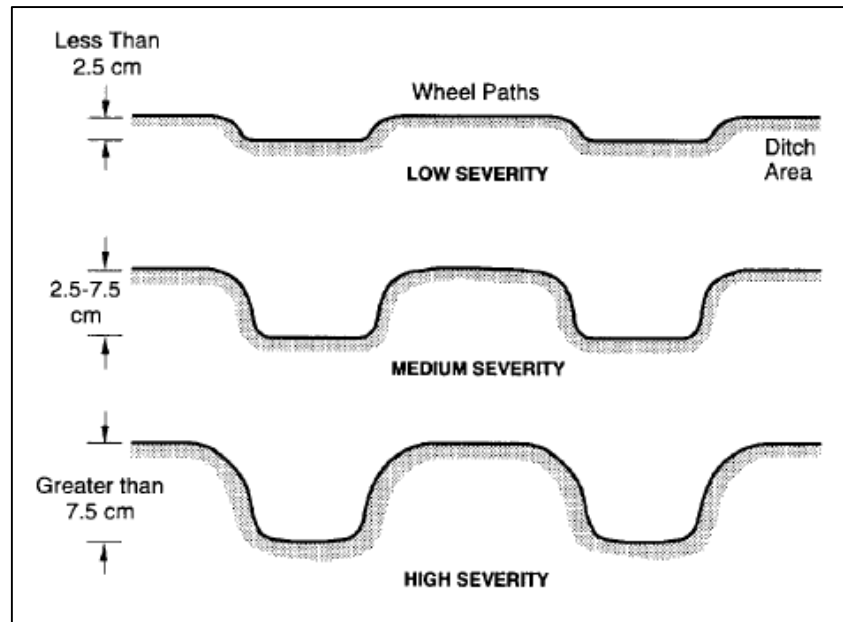


Figura 20: Niveles de severidad de ahuellamiento

Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

Los ahuellamientos son medidos en metros cuadrados (m²) del área de superficie por unidad de muestra. Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra. Por ejemplo, una unidad de muestra puede tener 7m² con severidad alta y 23 m² con severidad media.

g) Agregado suelto

Descripción

Producido por el desgaste del tráfico en los caminos no pavimentados, que acabará aflojando las partículas más grandes del aglomerante del suelo. Esto conduce a soltar las partículas de agregado en la superficie de rodadura o en la berma. El tráfico dispersa las partículas de agregado suelto lejos del camino, paralelas a la trayectoria del tránsito y forma acumulaciones en el centro del camino o a lo largo de la berma, siendo estas las zonas menos transitadas.



Figura 21: Ejemplo de agregado suelto

Fuente: Provias Descentralizado

Niveles de severidad.

- Bajo (L). el agregado suelto sobre la superficie de rodadura, o una berma de agregado (menos de 5cm de profundidad) en el borde o área menos transitada.
- Medio (M). berma moderada de agregado (entre 15 y 10 cm de profundidad) en el borde o área menos transitada. Una cantidad grande de partículas de suelo fino es usualmente creada en la superficie del camino.
- Alto (H). una berma de agregado grande (más de 10 cm de profundidad) en el borde o el área menos transitada.

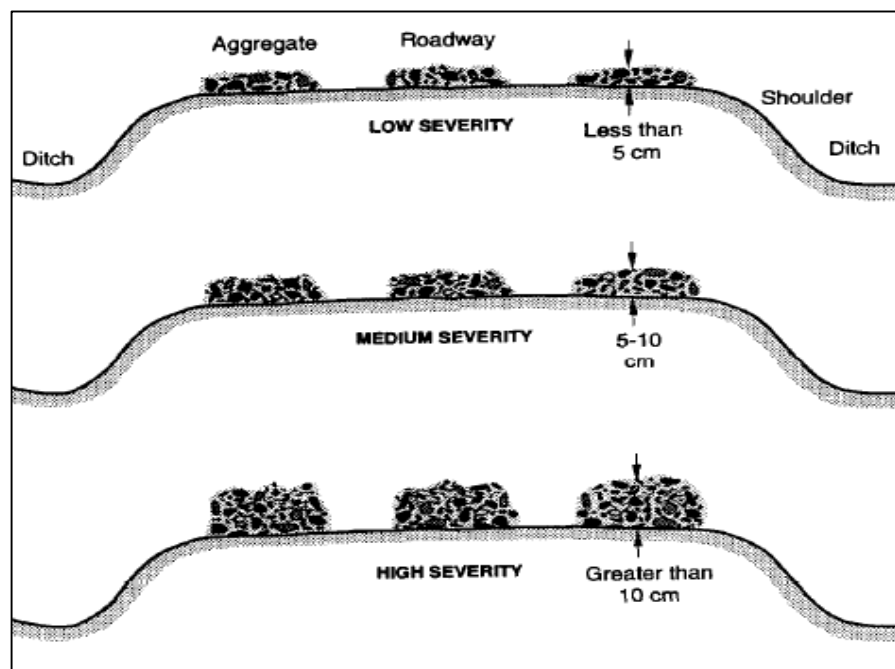


Figura 22: Niveles de severidad del agregado suelto

Fuente: TM 5-626 Unsurfaced Road Maintenance Management

Medición

El agregado suelto es medido en metros (m) paralelos al eje del camino en una unidad de muestra. Cada berma es medida separadamente. La longitud máxima es tres veces la longitud de la unidad de muestra. Por ejemplo, si una unidad de muestra de 30 m de largo tiene tres bermas de Agregado Suelto de severidad media en cada lado y una al medio, entonces la medida máxima sería 90 m de severidad media. Puede existir diferentes niveles de severidad dentro de la unidad de muestra.

1.2.6.3. Procedimiento de inspección

Antes de iniciar la inspección del camino no pavimentado, este debe ser dividido en tramos y unidades de muestra. Una vez completada la demarcación de la vía, se puede obtener la información de la inspección y el URCI de cada unidad de muestra.

- a) El procedimiento involucra mediciones detalladas de las fallas en las unidades de muestra. Para realizar las mediciones, es indispensable que el inspector siga las descripciones de los siete tipos de fallas para caminos no pavimentados, las cuales se muestran en el ítem 2.2.6.2.
- b) El equipo necesario para la inspección es: Odómetro de mano (rueda de medición), usado para medir la longitud y áreas de las fallas; una regla, para medir las profundidades de los baches, encalaminado y agregado suelto; y la guía de fallas del URCI.
- c) Para registrar la información de la inspección de cada unidad de muestra se utiliza un formato de inspección de caminos no pavimentado.
- d) Es importante que cada unidad de muestra sea identificada con precisión para que pueda ser localizada en reinspecciones. Por ejemplo, se puede utilizar cal, estacas, pernos u otro marcador. Se puede realizar un esquema de cada sección para mostrar las ubicaciones de las unidades de muestra.

- e) Es indispensable el uso de la lista de descripciones de las fallas mientras se realiza la inspección. Si dichas definiciones no son seguidas, no se podrá determinar un URCI exacto.
- f) Realizar anotaciones sobre cualquier cosa inusual en la zona, por ejemplo, si dos fallas ocurren juntas, como ahuellamiento y baches, o si hay agua estancada en las cunetas.
- g) Si dos fallas ocurren al mismo tiempo, medir cada una separadamente. Si es difícil determinar que falla está siendo observada, realizar una estimación razonable, el sistema es lo suficientemente flexible para calcular una clasificación precisa.

1.3. Definición de términos básicos

a) Afirmado

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

b) Camino no pavimentado

Camino cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

c) CBR (California Bearing Ratio)

Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

d) Conglomerado

Roca sedimentaria clástica, compuesta de cantos rodados cementados en una matriz fina que puede ser calcárea o silicosa.

e) Derrumbe

Desprendimiento y precipitación de masas de tierra y piedra, obstaculizando el libre tránsito de vehículos por la carretera.

f) Enrocado

Colocación de piedras grandes en forma ordenada para fundación de cimentación o protección de taludes.

g) Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual.

h) Mantenimiento vial

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

i) Metrado

Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

j) Perfilómetro

Un instrumento móvil usado para medir el perfil longitudinal de caminos. Un perfilómetro tiene sus propias maneras de calibración, distintos de los métodos de regresión empírica necesarios para los RTRRMS. El perfil medido puede no ser exacto en el sentido que este no puede incluir todas las longitudes de la onda, a pesar de eso, puede ser válido para aplicaciones en la medición y calibración de rugosidad de caminos. Dependiendo del instrumento, el perfil puede ser archivado y/o procesado sobre el perfilómetro para obtener el resumen numérico del rendimiento durante la medición. Perfilómetros de alta velocidad son instrumentos que pueden ser usados a velocidades de caminos normales, mientras que los perfilómetros estáticos son usados a velocidades de caminar (o lento).

k) Red vial vecinal o rural

Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional

l) Rehabilitación

Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

m) RTRRMS (*Response-type road roughness measuring system*)

Estos sistemas consisten de un carro de pasajeros o un trayler remolcado teniendo una o dos ruedas, que tiene instalado un instrumento que transduce y acumula las deflexiones de suspensión que ocurren cuando el vehículo atraviesa el camino, la medida resultante es proporcional al total de deflexiones de suspensión acumulado que ocurrieron durante la prueba.

n) Superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

1.4. Formulación de la hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado del camino vecinal Ocoña – Piuca, es eficiente en un determinado tiempo.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a) De acuerdo al Índice Internacional de Rugosidad (IRI), la rugosidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo.

- b) De acuerdo al Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), la serviciabilidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo.

- c) De acuerdo al Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI), la condición superficial de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en excelente en un determinado tiempo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo exploratoria dado que se examina un tema poco estudiado, esta tiene por finalidad ampliar la información que se tiene sobre el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, asimismo es de tipo descriptiva ya que tiene por objetivo detallar los hechos tal y como son observados, esto fue posible gracias a una inspección visual en campo, lo que permitió tener un panorama más amplio respecto al uso de este aditivo, permitiendo en paralelo determinar con mayor claridad su aplicación en futuros proyectos de características similares.

De acuerdo a los datos analizados, la investigación es de enfoque mixto ya que comprende dos tipos: cuantitativo y cualitativo. Es cuantitativo, porque para el cálculo de las variables (IRI, PSI y URCI) se obtienen escalas numéricas, por otro lado, es cualitativa, ya que luego de determinar los valores de estas variables, se obtendrán clasificaciones como bueno, regular, malo y muy malo, en el caso del IRI; muy malo, malo, regular, bueno, y muy bueno, en el caso del PSI; y excelente, muy bueno, bueno, malo, muy malo y colapsado para el caso del URCI.

2.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que se basa en la descripción del estado de la red vial en estudio según su rugosidad, serviciabilidad y condición superficial del camino en evaluación, además de detallar el procedimiento de medición de las desviaciones, inspección visual y el de calificación.

La investigación radica en la medición de las desviaciones y fallas, descripción de los niveles de severidad para cada tipo de fallas encontradas, cuyos resultados obtenidos se presentan a través de los formatos de evaluación, cuadros de resumen, gráficas de dispersión, circulares y de barras.

2.3. Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se utilizó un diseño de investigación no experimental, debido a que no se manipuló las variables, estas fueron observadas y descritas tal como se presentan en su ambiente natural.

Según la temporalización, la investigación es de tipo longitudinal, debido a que se recolectó los datos a través del tiempo en periodos específicos, en este caso, septiembre de 2015 y mayo de 2016, esto con el fin de determinar las inferencias respecto al cambio a través del tiempo, sus determinantes y consecuencias.

2.4. Variables

En la presente tesis se identificó el objeto de estudio, la variable dependiente y las variables independientes, siendo estas de tipo cualitativo ordinal:

- Objeto de estudio: Superficie de rodadura estabilizada con Cloruro de Magnesio Hexahidratado.
- Variable Independiente: Comportamiento de la superficie de rodadura.
- Variable dependiente: Eficiencia del afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado.

2.4.1. Operacionalización de variables

Se procede a explicar cómo se miden las variables formuladas en la hipótesis en la Tabla 6, para lo cual se describen los siguientes indicadores capaces de poder medirse.

Tabla 6: Operacionalización de variables

HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADOR	DIMENSIÓN
<p>General El comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado del camino vecinal Ocoña – Piuca, es eficiente en un determinado tiempo.</p>	<p>V. Independiente (x) Comportamiento de la superficie de rodadura</p>	Índice Internacional de Rugosidad (IRI)	m/Km
		Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	Número
		Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI)	Número
	<p>V. Dependiente (y) Eficiencia del afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado</p>	Rugosidad	- Bueno - Regular - Malo - Muy malo
		Serviciabilidad	- Muy malo - Malo - Regular - Bueno - Muy bueno
		Condición Superficial	- Excelente - Muy bueno - Bueno - Regular - Pobre - Muy pobre - Colapsado
<p>Específica 1 De acuerdo al Índice Internacional de Rugosidad (IRI), la rugosidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo</p>	<p>V. Independiente (x1)</p>	Índice Internacional de Rugosidad (IRI)	m/Km
	<p>V. Dependiente (y1)</p>	Rugosidad	- Bueno - Regular - Malo - Muy malo
<p>Específica 2 De acuerdo al Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), la serviciabilidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo</p>	<p>V. Independiente (x2)</p>	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	Número
	<p>V. Dependiente (y2)</p>	Serviciabilidad	- Muy malo - Malo - Regular - Bueno - Muy bueno
<p>Específica 3 De acuerdo al Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI), la condición superficial de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en excelente en un determinado tiempo</p>	<p>V. Independiente (x3)</p>	Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI)	Número
	<p>V. Dependiente (y3)</p>	Condición Superficial	- Excelente - Muy bueno - Bueno - Regular - Pobre - Muy pobre - Colapsado

Fuente: Propia

2.5. Población y muestra

La población o universo tomado para la presente investigación de tesis es el camino vecinal Ocoña - Piuca, Camaná, Arequipa.

La muestra de estudio son los siguientes sectores del camino vecinal:

- Sector del Km 05+000 – Km 15+000
- Sector del Km 25+000 – Km 35+000

2.6. Técnicas de investigación

Para la contrastación de la hipótesis se siguió la siguiente secuencia lógica

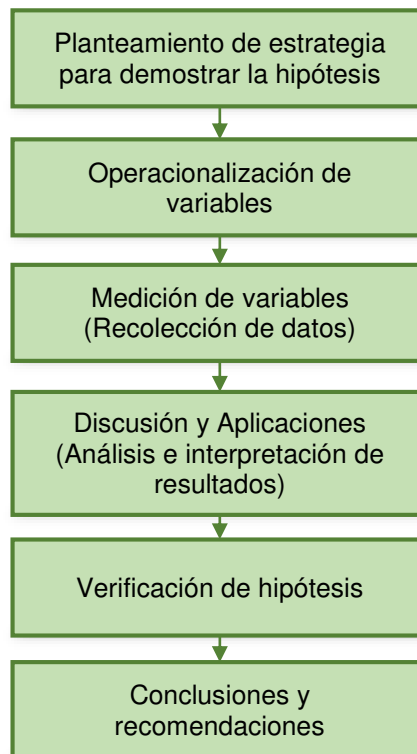


Figura 23: Secuencia de desarrollo del proyecto

Fuente: Propia

- a) Para el planteamiento de la estrategia, se definió realizar dos monitoreos Ex-Post, luego de 8 y 16 meses de servicio del camino vecinal Ocoña - Piuca, que consistieron en la recopilación de datos de las desviaciones de las huellas y la inspección visual de las fallas.

- b) Se definen las variables involucradas:
- V.D.(y) = Eficiencia del afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado.
 - V.I.(x) = Comportamiento de la superficie de rodadura.
- c) Se escoge dos sectores como muestras a evaluar. Los tramos Km 05+000 al Km 15+000 y Km 25+000 al Km 35+000.
- d) Las variables independientes específicas (IRI, PSI y URCl) fueron medidas y descritas en dos periodos específicos (septiembre 2015 y mayo 2016), no existió manipulación de variables. Los resultados se muestran en el siguiente capítulo.
- e) Ambos sectores en evaluación se encuentran a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado.
- f) La discusión y aplicaciones, consistió en el análisis e interpretación de resultados obtenidos en los monitoreos, determinando las inferencias respecto al cambio de las variables a través del tiempo, sus determinantes y consecuencias, demostrando la hipótesis planteada inicialmente.

2.7. Instrumentos de recolección de datos

Los equipos utilizados fueron el MERLIN, para la medición de las desviaciones de las huellas del camino, el cual fue descrito en el Capítulo I, y para la medición de las fallas y niveles de severidad, se hizo uso del manual técnico TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*.

Como instrumento de recolección, se utilizaron hojas de registro de datos, se elaboraron formatos para el registro de las observaciones del MERLIN y para la información de la inspección del camino.

2.8. Procesamiento y análisis estadístico de los datos

El procesamiento para la ejecución del caso en estudio se realizó en un libro de cálculo, en donde se elaboró los histogramas de cada ensayo de rugosidad, lo que permitió obtener el IRI respectivo, los resultados fueron presentados a través de gráficos de dispersión en cada progresiva y gráficas circulares en donde se visualiza los porcentajes de rugosidad.

Con el IRI promedio de cada sector, se determinó el PSI.

Y en otro libro de cálculo, se elaboró los formatos de inspección para cada unidad de muestra bajo los procedimientos del TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*, el análisis de resultados se presentó de igual forma, a través de gráficos de dispersión del URCI en cada progresiva y gráficas circulares de porcentajes de cada clasificación, asimismo se presenta gráficas de columnas, donde se muestra los metrados de las fallas y su nivel de severidad.

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1. Determinación de la rugosidad con el equipo MERLIN

Se detalla el procedimiento de determinación de la rugosidad de la superficie de rodadura del camino vecinal Ocoña – Piuca, usando el equipo MERLIN, que se realizó en 50 ensayos para cada huella, tanto la derecha como izquierda, con el fin de observar el procedimiento paso a paso de cómo obtener el Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

Se toma como ejemplo el ensayo realizado entre las progresivas Km 05+000 al Km 05+400 correspondiente a la huella derecha, el cual fue efectuado en mayo del 2016 en el segundo monitoreo.

3.1.1. Determinación de las desviaciones de las huellas

El procedimiento de medición de las desviaciones es el siguiente


Paso 1° Se comenzó estacionando el equipo MERLIN al inicio del tramo, el cual debe descansar sobre el camino apoyado en los tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo.

Paso 2° El operador espera a que el puntero se estabilice y observa la posición que este adopta respecto a la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar en un formato de campo. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50.

Paso 3° Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, para elevarlo y desplazarlo una distancia de 2m (una vuelta de la rueda aproximadamente).

Paso 4° En la nueva ubicación, se repiten los pasos mencionados y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas, lo que es equivalente a 400m del recorrido.

Tabla 7: Ejemplo de medición de las desviaciones mediante el equipo MERLIN

<p style="text-align: center;">PROYECTO: CAMINO VECINAL OCOÑA - PIUCA</p> <p style="text-align: center;">TRAMO: Km 15+000 - Km 05+000</p> <p style="text-align: center;">PROGRESIVA: KM 05+400 - KM 05+000</p> <p>CARRIL: ÚNICO HUELLA: DERECHA FECHA: 16/05/2016 ENSAYO N°: 50</p> <p>F= 0.953</p> <p>Do= 113.75 mm D= 108.4 mm</p> <p style="text-align: center;">$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$</p> <p>IRI = 5.7 m/km</p> <p>OBSERVACIONES:</p>										<div style="text-align: right;">  Machine for Evaluating Roughness using Low-cost Instrumentation </div>									
											1								
											2								
											3								
											4								
											5								
											6								
											7								
											8								
											9								
											10								
											11								
											12								
											13								
											14								
											15								
											16								
											17								
											18								
											19								
											20								
											21								
											22								
											23								
											24								
											25								
											26								
											27								
											28								
											29								
											30								
											31								
											32								
											33								
											34								
											35								
											36								
											37								
											38								
											39								
											40								
											41								
											42								
											43								
											44								
											45								
											46								
											47								
											48								
											49								
											50								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37	25	20	26	21	3	24	18	22	5
28	24	18	24	20	32	22	5	15	20
42	35	15	28	35	34	4	39	41	22
31	38	30	29	29	27	25	35	22	20
23	35	33	42	33	32	24	18	21	7
26	31	23	29	28	15	13	32	15	20
27	29	23	26	22	27	25	26	26	23
16	18	30	32	22	25	21	23	26	28
12	29	26	31	26	19	23	27	30	30
17	21	38	35	18	32	26	25	12	31
32	17	19	29	28	25	28	23	23	26
21	27	21	25	29	20	19	31	24	22
20	19	26	13	31	29	7	30	22	27
19	17	26	25	23	35	16	23	16	17
22	8	30	35	23	41	19	17	24	28
25	29	28	14	16	33	21	29	26	23
20	17	21	31	22	29	24	27	26	26
18	23	22	27	21	25	23	29	29	30
16	19	19	2	15	35	30	20	30	33
25	27	19	31	21	23	23	29	25	20

Fuente: Propia

3.1.2. Elaboración de histogramas de frecuencias

En parte inferior izquierda de la Tabla 7, se encuentran las 200 observaciones obtenidas del procedimiento de medición explicado, estos valores permitieron elaborar un histograma de frecuencias, el mismo que puede ser observado en la parte derecha, en él se pueden visualizar la cantidad de valores obtenidos en cada intervalo de desviaciones (entre 1 y 50).

3.1.3. Cálculo del Rango “Do”

Para el cálculo del Rango “Do”, se descarta el 10% de los datos que corresponden a las posiciones del puntero poco representativas o erráticas, en base a esto, se optó por eliminar el 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

Efectuado el descarte, para determinar el Rango Do, se calcula el “ancho del histograma”, en unidades de escala, considerando las fracciones que pueden resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la Figura 24 se puede visualizar el Rango Do del ejemplo aplicativo, el cual tiene como resultado la cantidad de 22.75 unidades (0.75+22), sin embargo esta medida se debe expresar en milímetros, para ello se multiplica la cantidad obtenida por el valor que tiene cada unidad en milímetros (5mm).

$$\text{Rango Do} = 22.75 \times 5 \text{ mm} = 113.75 \text{ mm}$$

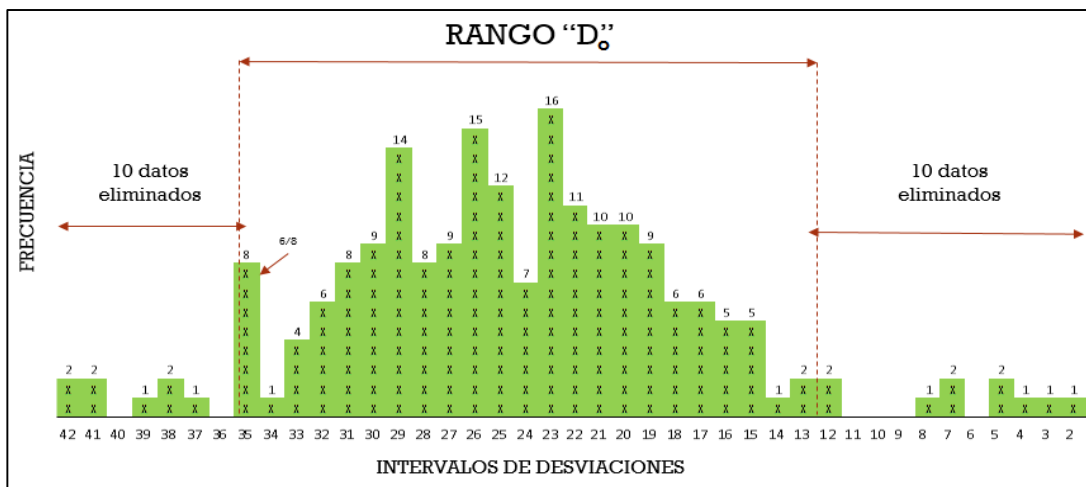


Figura 24: Histograma de ejemplo Km 05+400 al Km 05+000

Fuente: Propia

3.1.4. Cálculo de Rango “D” corregido

La proporcionalidad existente entre la medida que realiza el patín móvil y la lectura que brinda el puntero es de 1 a 10, sin embargo, esto en la práctica suele variar a causa del desgaste que experimenta por lo general el patín móvil. Esto incidiría a obtener datos erróneos al momento de realizar los ensayos correspondientes, es por esta razón que surge la necesidad de determinar un factor de corrección, de tal forma que se pueda llevar estos valores obtenidos a condiciones estándar.

Para determinar el factor de corrección se hace uso de un disco circular de bronce de aproximadamente 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor, y se procede a realizar los siguientes pasos:

Paso 1° Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (lectura igual a 25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso. Esta acción hace que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir: $6 \times 10 = 60$ mm), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará en el casillero 12, siempre y cuando la relación patín móvil-puntero del equipo sea igual a la asumida.

Paso 2° Si no sucede eso, se debe encontrar un factor de corrección (F) usando la siguiente expresión:

$$F = \frac{(EP \times 10)}{(LI - LF) \times 5}$$

Donde:

- EP : Espesor de la pastilla
- LI : Posición inicial del puntero
- LF : Posición final del puntero

Para el ejemplo aplicativo, se obtuvo una posición inicial del puntero igual a 25 y una posición final igual a 12.4, por lo que el factor de corrección es:

$$F = \frac{(6 \times 10)}{(25 - 12.4) \times 5} = 0.953$$

Para el cálculo del Rango "D" corregido, se debe de multiplicar el valor Do calculando anteriormente por el factor de corrección (F= 0.953), es decir 113.75 mm x 0.953, el cual nos da como resultado 108.40 mm, este valor llevado condiciones estándar es la rugosidad en unidades MERLIN.

3.1.5. Determinación de la rugosidad en la escala del IRI

Para determinar la rugosidad en la escala del IRI, se usa la siguiente expresión:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 D$$

Aplicando la expresión, se obtiene finalmente, para el ejemplo aplicativo, una rugosidad igual a 5.70 m/Km.

3.2. Determinación de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Para estos fines se usó la expresión aproximada de Michael W. Sayers, Thomas D. Gillespie y Cesar A. V. Queiroz, que relaciona el IRI con el PSI, esta correlación adoptada se desarrolló usando los datos obtenidos en el Experimento Internacional sobre la Rugosidad en Caminos, realizado en Brasil en 1982, la cual es la siguiente:


$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

3.3. Determinación del Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI)

Se detalla la aplicación de la metodología para realizar el relevamiento de fallas, con el fin de observar cómo se realiza la inspección del camino y los procedimientos de calificación, usando el manual técnico "TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*" para la determinación del URCI (Índice de Condición del Camino no pavimentado).

Para poder explicar el procedimiento se toma como ejemplo la unidad de muestra M1, la cual fue identificada durante el segundo monitoreo, entre las progresivas Km 25+000 al Km 25+050, el formato de evaluación se muestra en la Tabla 8, donde se indican los parámetros de evaluación, su URCI y la condición del estado de la superficie de rodadura de la unidad de muestra en mención.

Tabla 8: Ejemplo de determinación del URCI

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (URCI)									
Nombre del Proyecto:		SEGUNDO MONITOREO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA-PIUCA							
Tramo:		Km 25+000 - Km 35+000		Área de muestra:		200 m2			
Unidad de muestra:		M1		Progresiva inicial:		Km. 25+000			
Fecha:		Mayo del 2016		Progresiva final:		Km. 25+050			
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA				
F1 Sección transversal inapropiada (m) F2 Inadecuado drenaje longitudinal (m) F3 Encalaminado (m2) F4 Polvo (nivel de severidad) F5 Baches (unidad) F6 Ahuellamientos (m2) F7 Agregado Suelto (m)					P. Final: Km. 25+050  P. Inicial: Km. 25+000				
TIPO	SEVERIDAD	N°1	N°2	N°3	N°4	TOTAL	DENSIDAD (%)	DV	
F5	L	3				3	1.50	2.47	
F7	L	27				27	13.50	7.45	
F7	M	63				63	31.50	19.50	
		VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)	INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN				
		29.42	2	78.30	MUY BUENO				

Fuente: Propia

Los parámetros de evaluación encontradas en el ejemplo de aplicación fueron los siguientes:

a) Tipo de falla

Se encontró 2 tipos de fallas, tales como baches y agregado suelto.

b) Nivel de Severidad

Se estimó una severidad de categoría baja para baches y una categoría baja y media para agregado suelto.

c) Cantidad

Para Baches se determinó una cantidad de 3 unidades, para agregado suelto leve y moderado una longitud de 27 y 63 metros respectivamente, estas mediciones nos permitirán calcular el URCI, basado en deducir valores. Para lo cual, se siguió el siguiente procedimiento:

3.3.1. Cálculo de la densidad

La densidad se determina para cada tipo de falla y nivel de severidad (excepto Polvo), de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{Cantidad\ de\ falla \times 100\%}{Área\ de\ unidad\ de\ muestra}$$

Se determinó dividiendo la cantidad total de cada falla, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestra, siendo esta de 200 m², y expresada en porcentaje, a partir de ello se obtuvo para baches una densidad igual a 1.50% y para agregado suelto leve y moderado una densidad de 13.50% y 31.50% respectivamente.

3.3.2. Cálculo de valor de deducción para cada tipo de falla (DV)

Un valor de deducción (DV) es un número del 0 al 100, con 0 significando que la falla no tiene impacto en la condición del camino y 100 significando que el camino ha fallado completamente.

Se determinó el valor de deducción (DV) para cada tipo de falla y su nivel de severidad mediante las curvas de valor de deducción que se encuentran en el Anexo 4; ubicando la densidad en el eje horizontal y encontrando la intersección de la curva con el eje vertical del DV.

A partir del procedimiento mencionado anteriormente se obtuvo un DV de 2.47 para baches y un DV de 7.45 y 19.50 para agregado suelto leve y moderado respectivamente.

3.3.3. Determinación del valor total de deducción y el valor q

Una vez obtenido el DV de cada tipo de falla y su nivel de severidad, se determina el valor “q”, que es el número de DV mayores a 5.0, asimismo se determina el valor total de deducción (TDV), sumando todos los DV. En el ejemplo aplicativo, se observó que dos DV son mayores a 5.0, por lo que “q” es igual a 2, y el TDV resulta 29.42.

3.3.4. Determinación del URCI

El valor de URCI es determinado usando la curva URCI, que se encuentra en el Anexo 4, ubicando el TDV en el eje horizontal, encontrando la intersección de la curva “q” respectiva con el eje vertical del URCI. En el ejemplo aplicativo, el URCI es 78.30. Finalmente, se identificó la condición de la superficie de la unidad de muestra de acuerdo a la escala del URCI, siendo su clasificación de muy bueno.

3.4. Evaluación de la rugosidad

La zona de estudio comprende un carril, los ensayos de rugosidad mediante el equipo MERLIN fueron realizados en sus dos huellas, izquierda y derecha, en los sectores del Km 05+000 al Km 15+000 y del Km 25+000 al Km 35+000.

Cada ensayo comprende 200 mediciones cada 2m aproximadamente (una vuelta de la rueda del equipo MERLIN), por lo que la longitud de cada ensayo es cada 400 m, obteniéndose de esa manera, 50 ensayos por huella. Los procedimientos para llevar a cabo la medición y determinación del IRI fueron realizados conforme a lo descrito en el ítem 4.1. del presente capítulo.

3.4.1. Primer monitoreo

3.4.1.1. Rugosidad en la huella derecha

Los resultados de los 50 ensayos de rugosidad efectuados sobre la superficie de rodadura del camino vecinal Ocoña – Piuca, en la huella derecha del carril único se presentan en la Tabla 9, bajo los indicadores de Rango Do, Rango D, e IRI. El Factor de corrección (F) del equipo MERLIN usado para los ensayos en la huella derecha fue 0.970.

Tabla 9: Reporte de rugosidad en la huella derecha – 1° M.

CUADRO DE RESUMEN DE RUGOSIDAD - PRIMER MONITOREO (OCOÑA - PIUCA)							
ENSAYO N°	PROGRESIVA		HUELLA DERECHA				
	DEL KM	AL KM	CARRIL	F	Do	D	IRI
1	05+400	05+000	ÚNICO	0.970	42.51	41.23	2.53
2	05+800	05+400	ÚNICO	0.970	32.08	31.12	2.06
3	06+200	05+800	ÚNICO	0.970	25.00	24.25	1.74
4	06+600	06+200	ÚNICO	0.970	31.25	30.31	2.02
5	07+000	06+600	ÚNICO	0.970	48.00	46.56	2.79
6	07+400	07+000	ÚNICO	0.970	31.67	30.72	2.04
7	07+800	07+400	ÚNICO	0.970	34.77	33.73	2.18
8	08+200	07+800	ÚNICO	0.970	38.75	37.59	2.36
9	08+600	08+200	ÚNICO	0.970	35.84	34.76	2.23
10	09+000	08+600	ÚNICO	0.970	71.67	69.52	3.87
11	09+400	09+000	ÚNICO	0.970	29.69	28.80	1.95
12	09+800	09+400	ÚNICO	0.970	32.74	31.76	2.09
13	10+200	09+800	ÚNICO	0.970	55.00	53.35	3.11
14	10+600	10+200	ÚNICO	0.970	51.25	49.71	2.93
15	11+000	10+600	ÚNICO	0.970	37.77	36.64	2.32
16	11+400	11+000	ÚNICO	0.970	26.67	25.87	1.81
17	11+800	11+400	ÚNICO	0.970	46.43	45.04	2.71
18	12+200	11+800	ÚNICO	0.970	29.69	28.80	1.95
19	12+600	12+200	ÚNICO	0.970	29.93	29.03	1.96
20	13+000	12+600	ÚNICO	0.970	59.16	57.39	3.30
21	13+400	13+000	ÚNICO	0.970	29.33	28.45	1.93
22	13+800	13+400	ÚNICO	0.970	60.41	58.60	3.35
23	14+200	13+800	ÚNICO	0.970	42.92	41.63	2.55
24	14+600	14+200	ÚNICO	0.970	57.73	56.00	3.23
25	15+000	14+600	ÚNICO	0.970	54.88	53.23	3.10
26	25+400	25+000	ÚNICO	0.970	35.00	33.95	2.19
27	25+800	25+400	ÚNICO	0.970	25.51	24.74	1.76
28	26+200	25+800	ÚNICO	0.970	30.31	29.40	1.98
29	26+600	26+200	ÚNICO	0.970	43.22	41.92	2.57
30	27+000	26+600	ÚNICO	0.970	72.51	70.33	3.91
31	27+400	27+000	ÚNICO	0.970	38.24	37.09	2.34
32	27+800	27+400	ÚNICO	0.970	41.23	39.99	2.48
33	28+200	27+800	ÚNICO	0.970	38.75	37.59	2.36
34	28+600	28+200	ÚNICO	0.970	68.33	66.28	3.71
35	29+000	28+600	ÚNICO	0.970	84.16	81.64	4.44
36	29+400	29+000	ÚNICO	0.970	71.51	69.36	3.86
37	29+800	29+400	ÚNICO	0.970	31.47	30.53	2.03
38	30+200	29+800	ÚNICO	0.970	33.75	32.74	2.14
39	30+600	30+200	ÚNICO	0.970	24.73	23.99	1.72
40	31+000	30+600	ÚNICO	0.970	30.71	29.79	2.00
41	31+400	31+000	ÚNICO	0.970	28.41	27.56	1.89
42	31+800	31+400	ÚNICO	0.970	36.95	35.84	2.28
43	32+200	31+800	ÚNICO	0.970	36.37	35.28	2.25
44	32+600	32+200	ÚNICO	0.970	36.88	35.77	2.28
45	33+000	32+600	ÚNICO	0.970	24.70	23.96	1.72
46	33+400	33+000	ÚNICO	0.970	30.75	29.83	2.00
47	33+800	33+400	ÚNICO	0.970	28.19	27.34	1.88
48	34+200	33+800	ÚNICO	0.970	36.67	35.57	2.27
49	34+600	34+200	ÚNICO	0.970	41.74	40.49	2.50
50	35+000	34+600	ÚNICO	0.970	32.99	32.00	2.10

Fuente: Propia

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 10, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella derecha del tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 10.: Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Primer Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Derecha) Tramo Km 05+000 al Km 15+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	25	10000	100.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

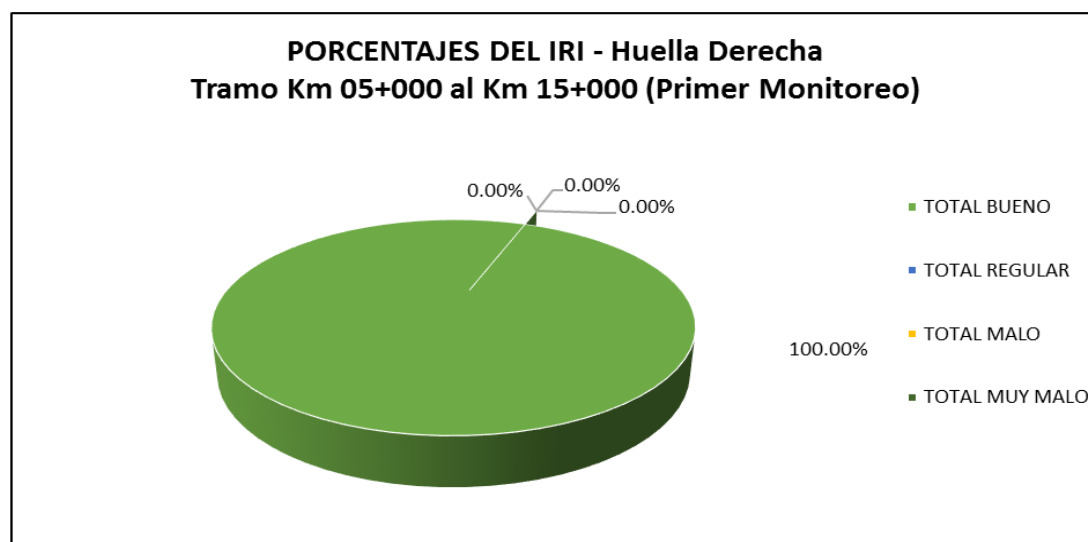


Figura 25: Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 25 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella derecha por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, donde se observa que el 100.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno.

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 11, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella derecha en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 11: Porcentajes del IRI – huella derecha (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Primer Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Derecha) Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	25	10000	100.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

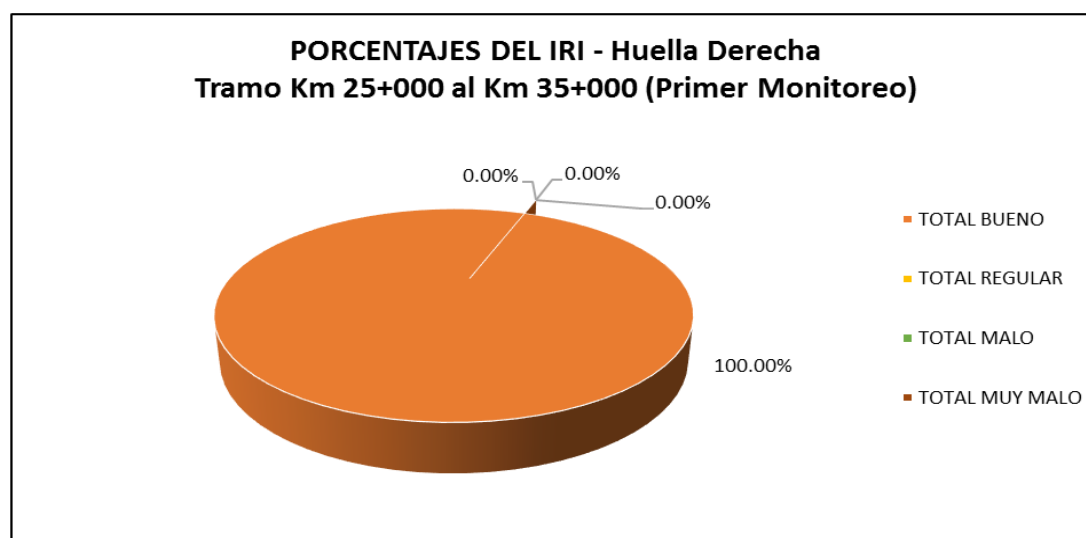


Figura 26: Porcentajes del IRI – huella derecha – primer monitoreo – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 26 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella derecha por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, donde se observa que el 100.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno.

c) IRI promedio por sector

En la Tabla 12, se muestra los promedios del IRI en la huella derecha por sector, para definir el estado de rugosidad que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que la rugosidad de la huella derecha de la vía en estudio se encuentra en estado bueno durante el periodo de septiembre de 2015, asimismo se visualiza que estos tienen una diferencia mínima de 0.05 m/Km.

Tabla 12: IRI promedio por sector – huella derecha (1° M.)

Promedio IRI - Huella Derecha - Primer Monitoreo		
SECTOR	IRI (m/Km)	ESTADO
Km 05+000 - Km 15+000	2.48	BUENO
Km 25+000 - Km 35+000	2.43	BUENO

Fuente: Propia

A continuación en la Figura 27, se presenta la gráfica de dispersiones del IRI en la huella derecha por progresiva, indicándose el rango al que pertenecen y el promedio de cada sector en evaluación.

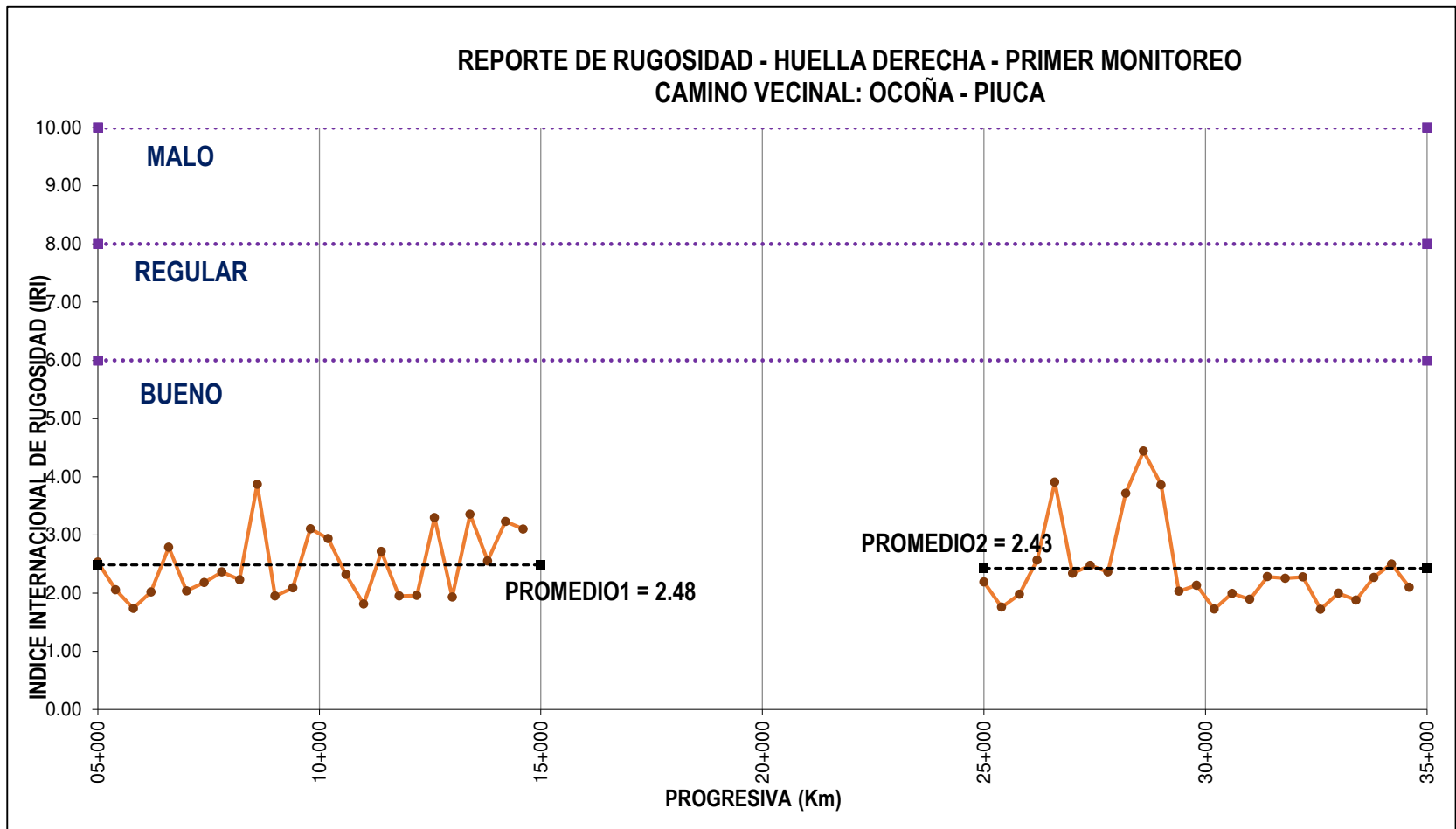


Figura 27: Perfil de la rugosidad en la huella derecha (1° M.)

Fuente: Propia

3.4.1.2. Rugosidad en la huella Izquierda

Tabla 13: Reporte de rugosidad en la huella izquierda (1° M.)

CUADRO DE RESUMEN DE RUGOSIDAD - PRIMER MONITOREO (OCOÑA - PIUCA)							
ENSAYO N°	PROGRESIVA		HUELLA IZQUIERDA				
	DEL KM	AL KM	CARRIL	F	Do	D	IRI
1	05+400	05+000	ÚNICO	0.970	41.74	40.49	2.50
2	05+800	05+400	ÚNICO	0.970	30.96	30.03	2.00
3	06+200	05+800	ÚNICO	0.970	30.73	29.81	1.99
4	06+600	06+200	ÚNICO	0.970	24.51	23.77	1.71
5	07+000	06+600	ÚNICO	0.970	56.67	54.97	3.18
6	07+400	07+000	ÚNICO	0.970	23.99	23.27	1.69
7	07+800	07+400	ÚNICO	0.970	30.84	29.91	2.00
8	08+200	07+800	ÚNICO	0.970	34.79	33.75	2.18
9	08+600	08+200	ÚNICO	0.970	22.55	21.87	1.62
10	09+000	08+600	ÚNICO	0.970	37.25	36.13	2.29
11	09+400	09+000	ÚNICO	0.970	110.00	106.70	5.61
12	09+800	09+400	ÚNICO	0.970	30.94	30.01	2.00
13	10+200	09+800	ÚNICO	0.970	34.25	33.22	2.15
14	10+600	10+200	ÚNICO	0.970	43.00	41.71	2.55
15	11+000	10+600	ÚNICO	0.970	43.30	42.00	2.57
16	11+400	11+000	ÚNICO	0.970	35.41	34.35	2.21
17	11+800	11+400	ÚNICO	0.970	101.67	98.62	5.23
18	12+200	11+800	ÚNICO	0.970	129.29	125.41	6.50
19	12+600	12+200	ÚNICO	0.970	39.71	38.52	2.40
20	13+000	12+600	ÚNICO	0.970	39.51	38.32	2.39
21	13+400	13+000	ÚNICO	0.970	42.86	41.57	2.55
22	13+800	13+400	ÚNICO	0.970	93.33	90.53	4.58
23	14+200	13+800	ÚNICO	0.970	53.33	51.73	3.02
24	14+600	14+200	ÚNICO	0.970	82.51	80.03	4.35
25	15+000	14+600	ÚNICO	0.970	62.51	60.63	3.44
26	25+400	25+000	ÚNICO	0.970	35.67	34.60	2.22
27	25+800	25+400	ÚNICO	0.970	33.46	32.46	2.12
28	26+200	25+800	ÚNICO	0.970	52.51	50.93	2.99
29	26+600	26+200	ÚNICO	0.970	47.67	46.24	2.77
30	27+000	26+600	ÚNICO	0.970	48.51	47.05	2.80
31	27+400	27+000	ÚNICO	0.970	34.73	33.69	2.18
32	27+800	27+400	ÚNICO	0.970	34.72	33.68	2.18
33	28+200	27+800	ÚNICO	0.970	34.79	33.75	2.18
34	28+600	28+200	ÚNICO	0.970	55.00	53.35	3.10
35	29+000	28+600	ÚNICO	0.970	85.00	82.45	4.47
36	29+400	29+000	ÚNICO	0.970	59.44	57.66	3.30
37	29+800	29+400	ÚNICO	0.970	63.33	61.43	3.48
38	30+200	29+800	ÚNICO	0.970	37.59	36.46	2.31
39	30+600	30+200	ÚNICO	0.970	43.00	41.71	2.55
40	31+000	30+600	ÚNICO	0.970	35.00	33.95	2.19
41	31+400	31+000	ÚNICO	0.970	34.80	33.76	2.18
42	31+800	31+400	ÚNICO	0.970	30.53	29.61	1.98
43	32+200	31+800	ÚNICO	0.970	38.19	37.04	2.33
44	32+600	32+200	ÚNICO	0.970	31.75	30.80	2.04
45	33+000	32+600	ÚNICO	0.970	29.86	28.96	1.95
46	33+400	33+000	ÚNICO	0.970	32.00	31.04	2.05
47	33+800	33+400	ÚNICO	0.970	27.91	27.07	1.87
48	34+200	33+800	ÚNICO	0.970	29.16	28.29	1.92
49	34+600	34+200	ÚNICO	0.970	30.14	29.24	1.97
50	35+000	34+600	ÚNICO	0.970	39.64	38.45	2.40

Fuente: Propia

Los resultados de los 50 ensayos de rugosidad efectuados sobre la superficie de rodadura del camino vecinal Ocoña – Piuca, en la huella izquierda del carril único se presentan en la Tabla 13, bajo los indicadores de Rango Do, Rango D, e IRI. El Factor de corrección (F) del equipo MERLIN usado para los ensayos en la huella izquierda fue 0.970.

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 14, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella izquierda del tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 14: Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Primer Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Izquierda) Tramo Km 05+000 al Km 15+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	24	9600	96.00%
TOTAL REGULAR	1	400	4.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

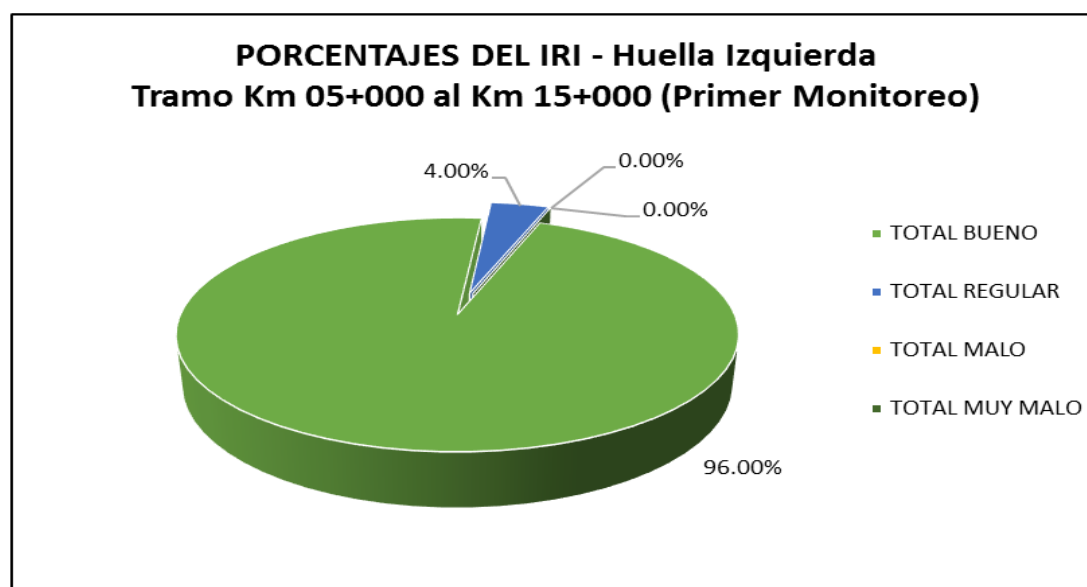


Figura 28: Porcentajes del IRI – huella Izquierda (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 28 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella izquierda por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, donde se observa que el 96.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno y el 4.00 % en estado regular.

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 15, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella izquierda en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 15: Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Primer Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Izquierda)			
Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	25	10000	100.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

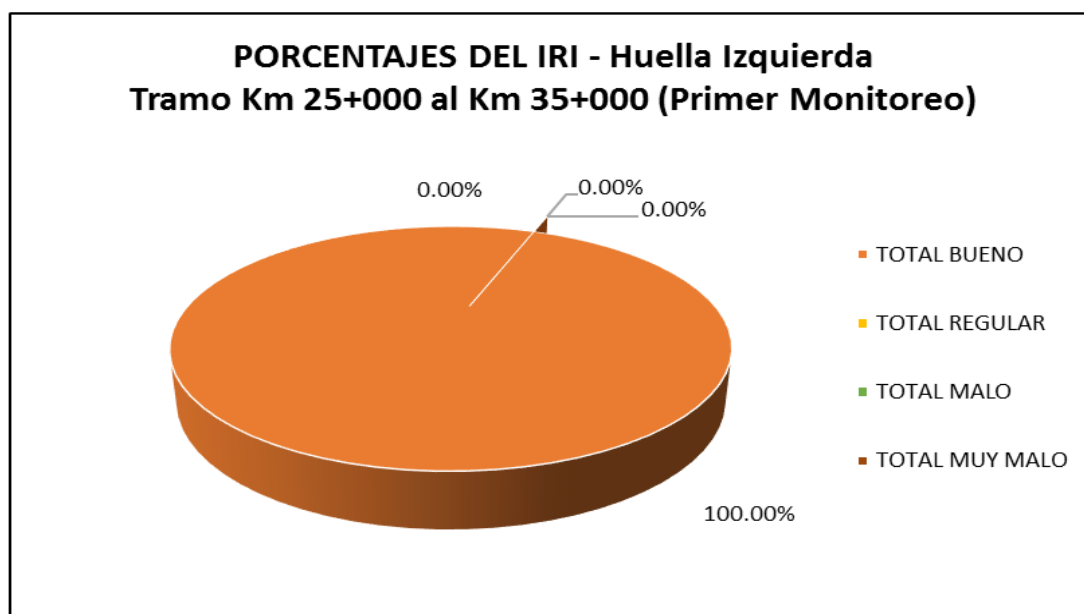


Figura 29: Porcentajes del IRI – huella izquierda (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 29 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella izquierda por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, donde se observa que el 100.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno.

c) IRI promedio por sector

En la Tabla 16 se muestra los promedios del IRI en la huella izquierda por sector, para definir el estado de rugosidad que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que la rugosidad de la huella izquierda de la vía en estudio se encuentra en estado bueno durante el periodo de septiembre de 2015, asimismo se observa que estos tienen una diferencia de 0.45 m/Km.

Tabla 16: IRI promedio por sector – huella izquierda (1° M.)

Promedio IRI - Huella Izquierda - Primer Monitoreo		
SECTOR	IRI (m/Km)	ESTADO
Km 05+000 - Km 15+000	2.91	BUENO
Km 25+000 - Km 35+000	2.46	BUENO

Fuente: Propia

A continuación, en la Figura 30, se presenta la gráfica de dispersiones del IRI de la huella izquierda por progresiva, indicándose el rango al que pertenecen y el promedio de cada sector en evaluación.

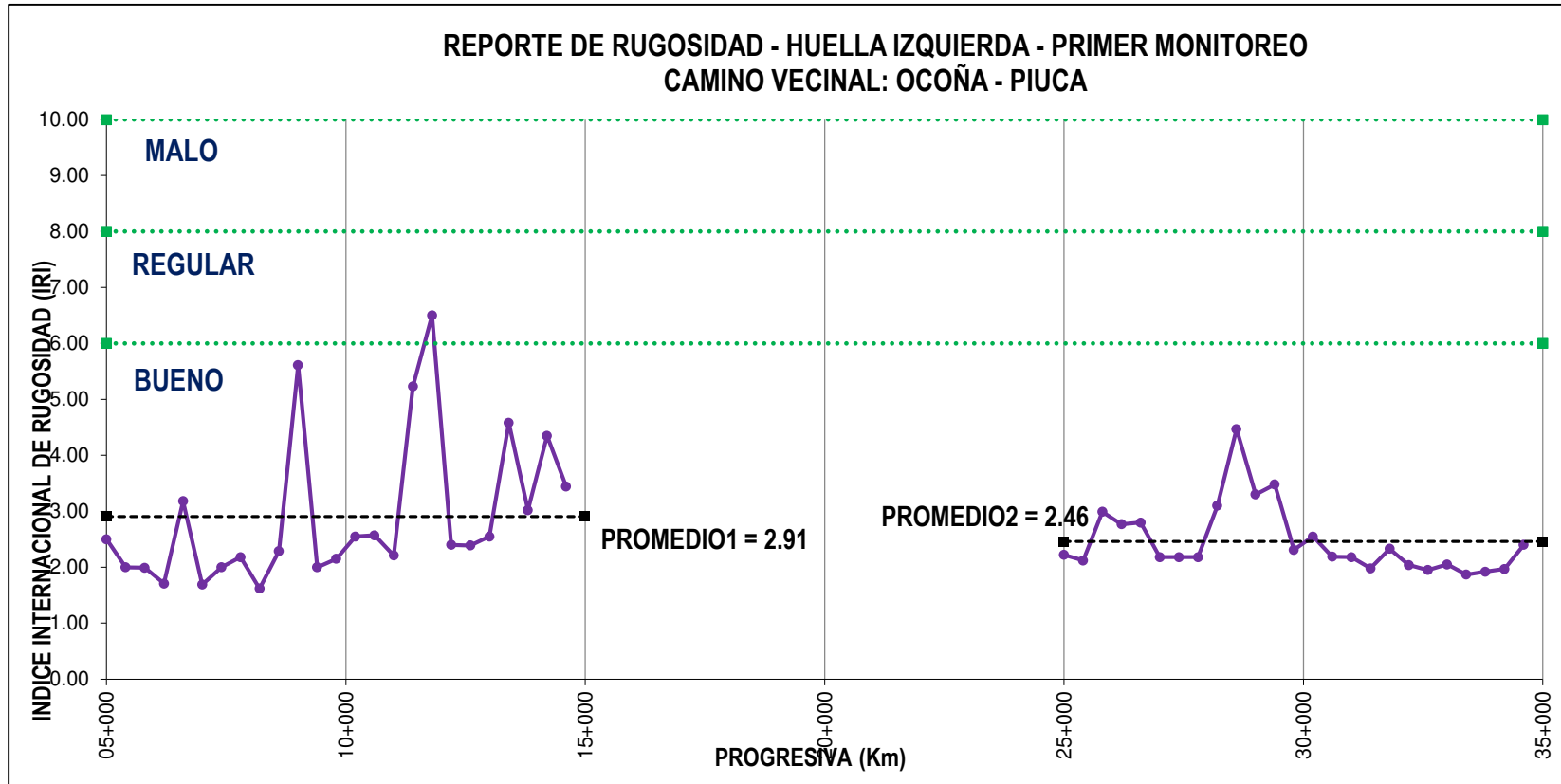


Figura 30: Perfil de la rugosidad en la huella izquierda (1° M.)

Fuente: Propia

3.4.2. Segundo Monitoreo

3.4.2.1. Rugosidad en la huella derecha

Tabla 17: Reporte de rugosidad en la huella derecha (2° M.)

CUADRO DE RESUMEN DE RUGOSIDAD - SEGUNDO MONITOREO (OCOÑA - PIUCA)							
ENSAYO N°	PROGRESIVA		HUELLA DERECHA				
	DEL KM	AL KM	CARRIL	Fc	Do	D	IRI
1	05+400	05+000	ÚNICO	0.953	113.75	108.40	5.70
2	05+800	05+400	ÚNICO	0.953	92.00	87.68	4.72
3	06+200	05+800	ÚNICO	0.953	86.67	82.59	4.48
4	06+600	06+200	ÚNICO	0.953	77.50	73.86	4.07
5	07+000	06+600	ÚNICO	0.953	94.50	90.06	4.83
6	07+400	07+000	ÚNICO	0.953	57.01	54.33	3.15
7	07+800	07+400	ÚNICO	0.953	62.00	59.09	3.38
8	08+200	07+800	ÚNICO	0.953	56.00	53.37	3.11
9	08+600	08+200	ÚNICO	0.953	65.42	62.34	3.53
10	09+000	08+600	ÚNICO	0.953	80.83	77.03	4.22
11	09+400	09+000	ÚNICO	0.953	115.00	109.60	5.76
12	09+800	09+400	ÚNICO	0.953	74.33	70.84	3.93
13	10+200	09+800	ÚNICO	0.953	56.21	53.57	3.12
14	10+600	10+200	ÚNICO	0.953	118.75	113.17	5.92
15	11+000	10+600	ÚNICO	0.953	97.50	92.92	4.97
16	11+400	11+000	ÚNICO	0.953	78.00	74.33	4.09
17	11+800	11+400	ÚNICO	0.953	99.00	94.35	5.04
18	12+200	11+800	ÚNICO	0.953	135.00	128.66	6.65
19	12+600	12+200	ÚNICO	0.953	64.25	61.23	3.48
20	13+000	12+600	ÚNICO	0.953	52.50	50.03	2.95
21	13+400	13+000	ÚNICO	0.953	61.67	58.77	3.36
22	13+800	13+400	ÚNICO	0.953	121.67	115.95	6.05
23	14+200	13+800	ÚNICO	0.953	118.33	112.77	5.90
24	14+600	14+200	ÚNICO	0.953	138.33	131.83	6.80
25	15+000	14+600	ÚNICO	0.953	127.50	121.51	6.32
26	25+400	25+000	ÚNICO	0.953	100.00	95.30	5.08
27	25+800	25+400	ÚNICO	0.953	67.43	64.26	3.62
28	26+200	25+800	ÚNICO	0.953	64.58	61.55	3.49
29	26+600	26+200	ÚNICO	0.953	120.00	114.36	5.98
30	27+000	26+600	ÚNICO	0.953	73.33	69.89	3.88
31	27+400	27+000	ÚNICO	0.953	67.00	63.85	3.60
32	27+800	27+400	ÚNICO	0.953	54.17	51.62	3.02
33	28+200	27+800	ÚNICO	0.953	51.29	48.88	2.90
34	28+600	28+200	ÚNICO	0.953	57.00	54.32	3.15
35	29+000	28+600	ÚNICO	0.953	155.00	147.72	7.55
36	29+400	29+000	ÚNICO	0.953	146.67	139.77	7.18
37	29+800	29+400	ÚNICO	0.953	151.67	144.54	7.40
38	30+200	29+800	ÚNICO	0.953	52.81	50.33	2.96
39	30+600	30+200	ÚNICO	0.953	86.25	82.20	4.46
40	31+000	30+600	ÚNICO	0.953	68.00	64.80	3.65
41	31+400	31+000	ÚNICO	0.953	57.50	54.80	3.17
42	31+800	31+400	ÚNICO	0.953	57.41	54.71	3.17
43	32+200	31+800	ÚNICO	0.953	109.58	104.43	5.51
44	32+600	32+200	ÚNICO	0.953	65.54	62.46	3.53
45	33+000	32+600	ÚNICO	0.953	52.50	50.03	2.95
46	33+400	33+000	ÚNICO	0.953	79.17	75.45	4.15
47	33+800	33+400	ÚNICO	0.953	50.89	48.50	2.88
48	34+200	33+800	ÚNICO	0.953	99.17	94.51	5.04
49	34+600	34+200	ÚNICO	0.953	106.67	101.65	5.38
50	35+000	34+600	ÚNICO	0.953	98.75	94.11	5.03

Fuente: Propia

Los resultados de los 50 ensayos de rugosidad efectuados sobre la superficie de rodadura del camino vecinal Ocoña – Piuca, en la huella derecha del carril único se presentan en la Tabla 17, bajo los indicadores de Rango Do, Rango D, e IRI. El Factor de corrección (F) del equipo MERLIN usado para los ensayos en la huella derecha fue 0.953.

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 18, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI de la huella derecha en la huella derecha del tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 18: Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Derecha)			
Tramo Km 05+000 al Km 15+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	21	8400	84.00%
TOTAL REGULAR	4	1600	16.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

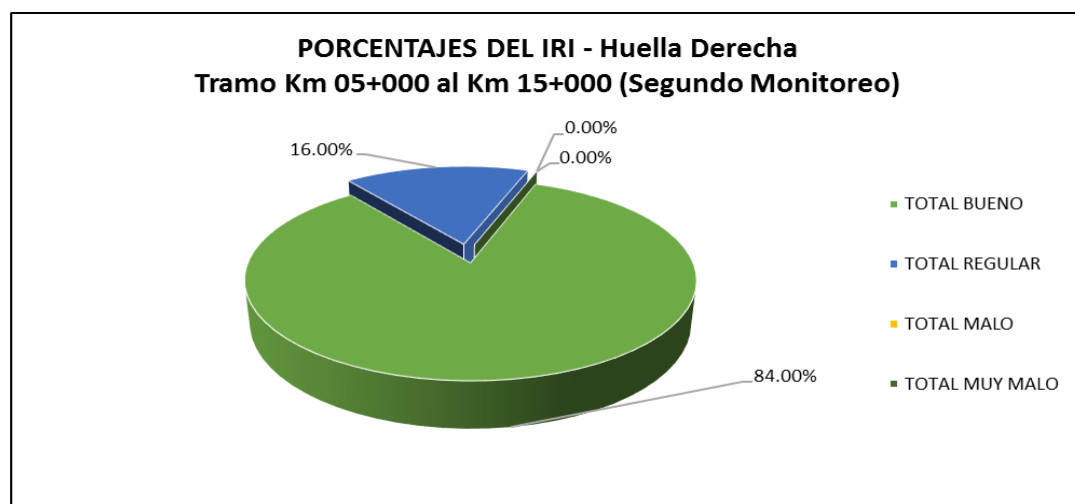


Figura 31: Porcentajes del IRI – Huella Derecha (2° M.) – Tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 31 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella derecha por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, donde se observa que el 84.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno y el 16.00 % en estado regular.

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 19, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella derecha en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 19: Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Derecha) Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	22	8800	88.00%
TOTAL REGULAR	3	1200	12.00%
TOTAL MALO	0	0	0.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

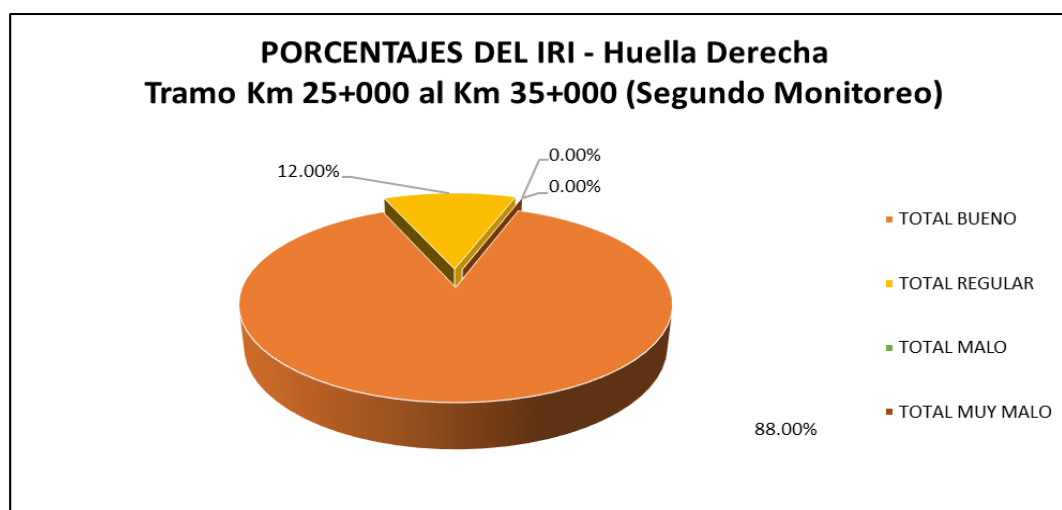


Figura 32: Porcentajes del IRI – huella derecha (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 32 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella derecha por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, donde se observa que el 88.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno y el 12.00 % en estado regular.

c) IRI promedio por sector

En la Tabla 20, se muestra los promedios del IRI en la huella derecha por sector, para definir el estado de rugosidad que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que la rugosidad de la huella derecha de la vía en estudio se encuentra en estado bueno durante el

periodo de mayo de 2016, asimismo se observa que estos tienen una diferencia de 0.27 m/Km.

Tabla 20: IRI promedio por sector – huella derecha (2° M.)

Promedio IRI - Huella Derecha – Segundo Monitoreo		
SECTOR	IRI (m/Km)	ESTADO
Km 05+000 - Km 15+000	4.62	BUENO
Km 25+000 - Km 35+000	4.35	BUENO

Fuente: Propia

A continuación, en la Figura 33 se presenta la gráfica de dispersiones del IRI en la huella derecha por progresiva, indicándose el rango al que pertenecen y el promedio de cada sector en evaluación.

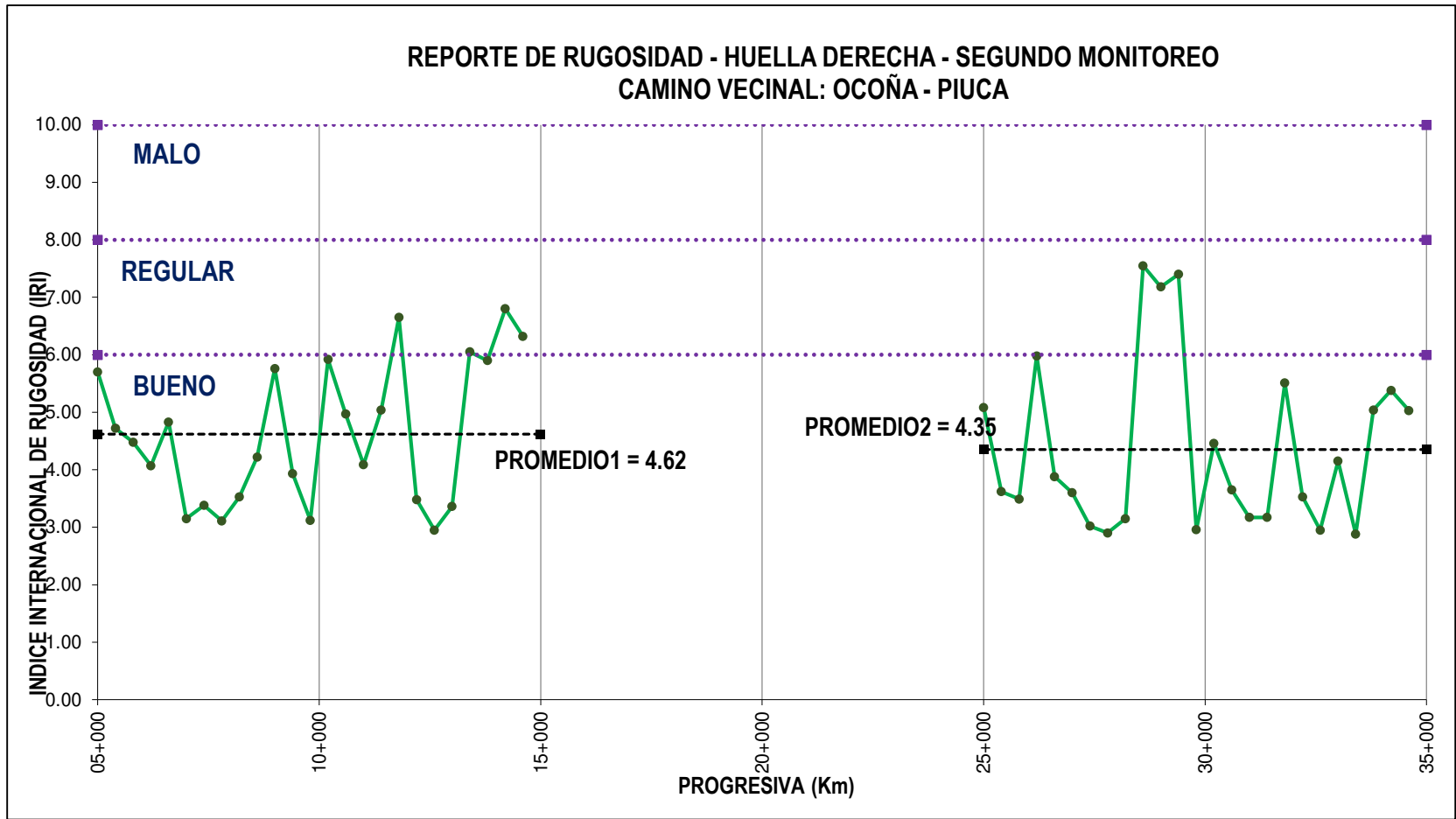


Figura 33: Perfil de la rugosidad en la huella derecha (2° M.)

Fuente: Propia

3.4.2.2. Rugosidad en la huella izquierda

Tabla 21: Reporte de rugosidad en la huella izquierda (2° M.)

CUADRO DE RESUMEN DE RUGOSIDAD - SEGUNDO MONITOREO (OCOÑA - PIUCA)							
ENSAYO N°	PROGRESIVA		HUELLA IZQUIERDA				
	DEL KM	AL KM	CARRIL	F	Do	D	IRI
1	05+400	05+000	ÚNICO	0.940	85.83	80.68	4.39
2	05+800	05+400	ÚNICO	0.940	65.00	61.10	3.47
3	06+200	05+800	ÚNICO	0.940	67.50	63.45	3.58
4	06+600	06+200	ÚNICO	0.940	76.25	71.68	3.97
5	07+000	06+600	ÚNICO	0.940	110.00	103.40	5.46
6	07+400	07+000	ÚNICO	0.940	73.33	68.93	3.84
7	07+800	07+400	ÚNICO	0.940	79.50	74.73	4.11
8	08+200	07+800	ÚNICO	0.940	77.92	73.24	4.04
9	08+600	08+200	ÚNICO	0.940	68.75	64.63	3.64
10	09+000	08+600	ÚNICO	0.940	75.00	70.50	3.91
11	09+400	09+000	ÚNICO	0.940	84.17	79.12	4.32
12	09+800	09+400	ÚNICO	0.940	80.00	75.20	4.13
13	10+200	09+800	ÚNICO	0.940	70.67	66.43	3.72
14	10+600	10+200	ÚNICO	0.940	104.00	97.76	5.20
15	11+000	10+600	ÚNICO	0.940	82.50	77.55	4.25
16	11+400	11+000	ÚNICO	0.940	80.00	75.20	4.13
17	11+800	11+400	ÚNICO	0.940	170.83	160.58	8.16
18	12+200	11+800	ÚNICO	0.940	137.50	129.25	6.68
19	12+600	12+200	ÚNICO	0.940	76.00	71.44	3.96
20	13+000	12+600	ÚNICO	0.940	96.67	90.87	4.87
21	13+400	13+000	ÚNICO	0.940	110.83	104.18	5.50
22	13+800	13+400	ÚNICO	0.940	105.83	99.48	5.28
23	14+200	13+800	ÚNICO	0.940	84.17	79.12	4.32
24	14+600	14+200	ÚNICO	0.940	135.00	126.90	6.57
25	15+000	14+600	ÚNICO	0.940	165.00	155.10	7.90
26	25+400	25+000	ÚNICO	0.940	110.00	103.40	5.46
27	25+800	25+400	ÚNICO	0.940	100.00	94.00	5.02
28	26+200	25+800	ÚNICO	0.940	97.50	91.65	4.91
29	26+600	26+200	ÚNICO	0.940	122.50	115.15	6.02
30	27+000	26+600	ÚNICO	0.940	78.33	73.63	4.06
31	27+400	27+000	ÚNICO	0.940	98.33	92.43	4.95
32	27+800	27+400	ÚNICO	0.940	57.50	54.05	3.14
33	28+200	27+800	ÚNICO	0.940	67.50	63.45	3.58
34	28+600	28+200	ÚNICO	0.940	87.50	82.25	4.47
35	29+000	28+600	ÚNICO	0.940	140.00	131.60	6.79
36	29+400	29+000	ÚNICO	0.940	192.50	180.95	9.12
37	29+800	29+400	ÚNICO	0.940	131.25	123.38	6.40
38	30+200	29+800	ÚNICO	0.940	55.54	52.20	3.05
39	30+600	30+200	ÚNICO	0.940	70.00	65.80	3.69
40	31+000	30+600	ÚNICO	0.940	78.33	73.63	4.06
41	31+400	31+000	ÚNICO	0.940	61.17	57.50	3.30
42	31+800	31+400	ÚNICO	0.940	83.33	78.33	4.28
43	32+200	31+800	ÚNICO	0.940	118.33	111.23	5.83
44	32+600	32+200	ÚNICO	0.940	92.50	86.95	4.69
45	33+000	32+600	ÚNICO	0.940	83.57	78.56	4.29
46	33+400	33+000	ÚNICO	0.940	90.00	84.60	4.58
47	33+800	33+400	ÚNICO	0.940	88.50	83.19	4.51
48	34+200	33+800	ÚNICO	0.940	95.00	89.30	4.80
49	34+600	34+200	ÚNICO	0.940	95.00	89.30	4.80
50	35+000	34+600	ÚNICO	0.940	122.50	115.15	6.02

Fuente: Propia

Los resultados de los 50 ensayos de rugosidad efectuados sobre la superficie de rodadura del camino vecinal Ocoña – Piuca, en la huella izquierda se presentan en la Tabla 21, bajo los indicadores de Rango Do, Rango D, e IRI. El Factor de corrección (F) del equipo MERLIN usado para los ensayos en la huella izquierda fue 0.940.

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 22, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella izquierda del tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 22: Porcentajes del IRI – huella Izquierda (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Izquierda)			
Tramo Km 05+000 al Km 15+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	21	8400	84.00%
TOTAL REGULAR	3	1200	12.00%
TOTAL MALO	1	400	4.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

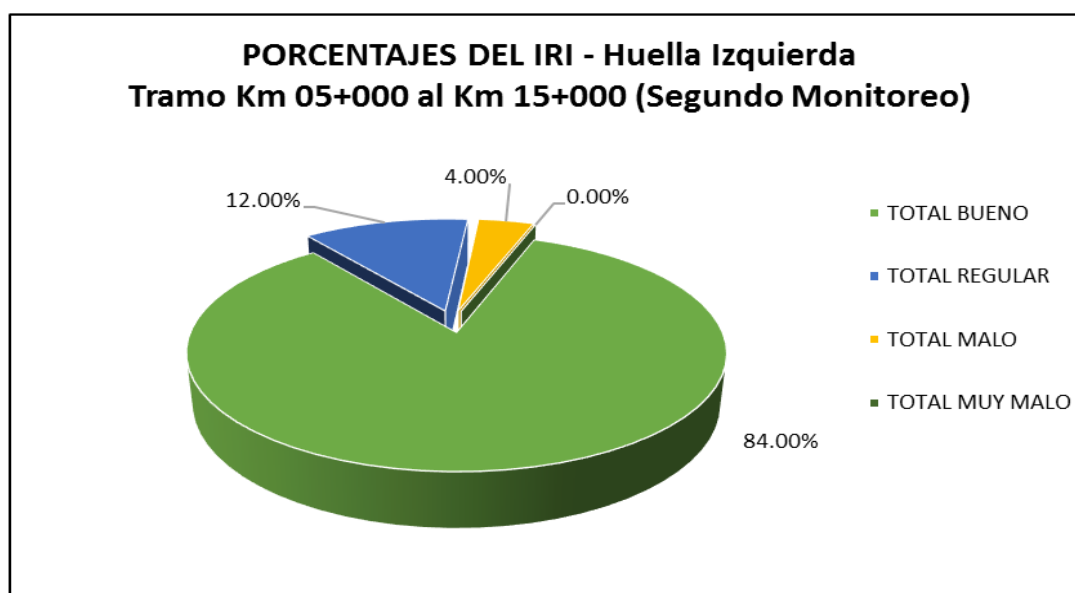


Figura 34: Porcentajes del IRI – huella Izquierda (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 34 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella izquierda por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, donde

se observa que el 84.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno, el 12.00 % en estado regular y el 4.00 % en estado malo.

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 23, se presentan los porcentajes obtenidos por cada rango del IRI en la huella izquierda en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 23: Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes IRI (Huella Izquierda)			
Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
RANGO IRI	ENSAYOS	LONGITUD (m)	PORCENTAJES (%)
TOTAL BUENO	20	8000	80.00%
TOTAL REGULAR	4	1600	16.00%
TOTAL MALO	1	400	4.00%
TOTAL MUY MALO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

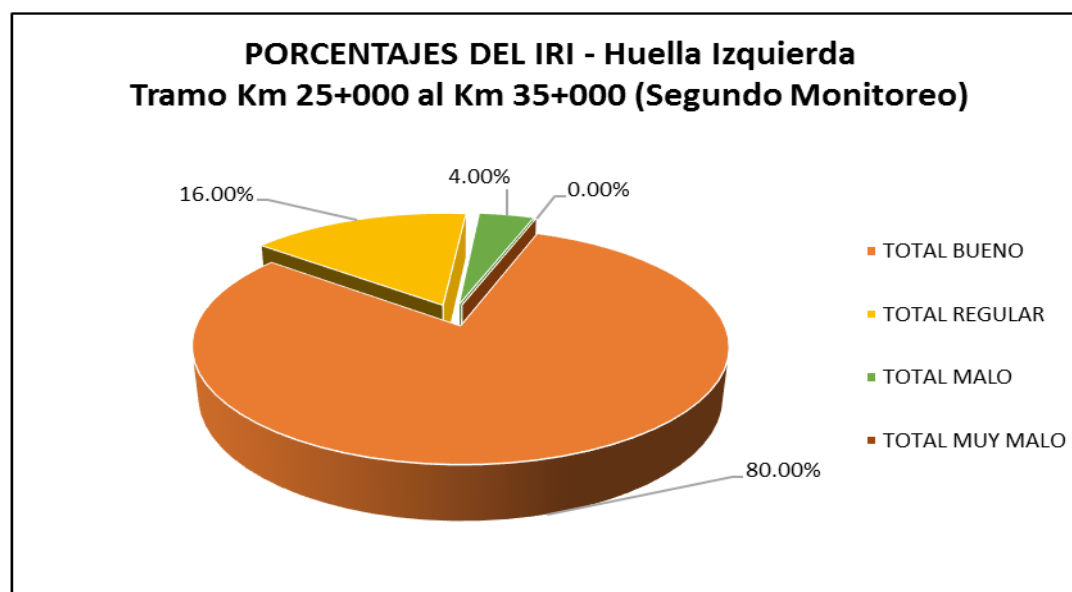


Figura 35: Porcentajes del IRI – huella izquierda (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 35 se muestra el resumen de los rangos de la rugosidad en la huella izquierda por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, donde se observa que el 80.00 % de los resultados se encuentran en estado bueno, el 16.00 % en estado regular y el 4.00 % en estado malo.

c) IRI promedio por sector

En la Tabla 24, se muestra los promedios del IRI de la huella izquierda por sector, para definir el estado de rugosidad que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que la rugosidad de la huella izquierda de la vía en estudio se encuentra en estado bueno durante el periodo de mayo de 2016, asimismo se observa que estos tienen una diferencia de 0.09 m/Km.

Tabla 24: IRI promedio por sector – huella izquierda (2° M.)

Promedio IRI - Huella Izquierda - Segundo Monitoreo		
SECTOR	IRI (m/Km)	ESTADO
Km 05+000 - Km 15+000	4.78	BUENO
Km 25+000 - Km 35+000	4.87	BUENO

Fuente: Propia

A continuación, en la Figura 36, se presenta la gráfica de dispersiones del IRI de la huella izquierda por progresiva, indicándose el rango al que pertenecen y el promedio de cada sector en evaluación. Asimismo, en la Figura 37 y Figura 38, se presenta la comparación de los resultados de rugosidad entre el Primer y Segundo Monitoreo.

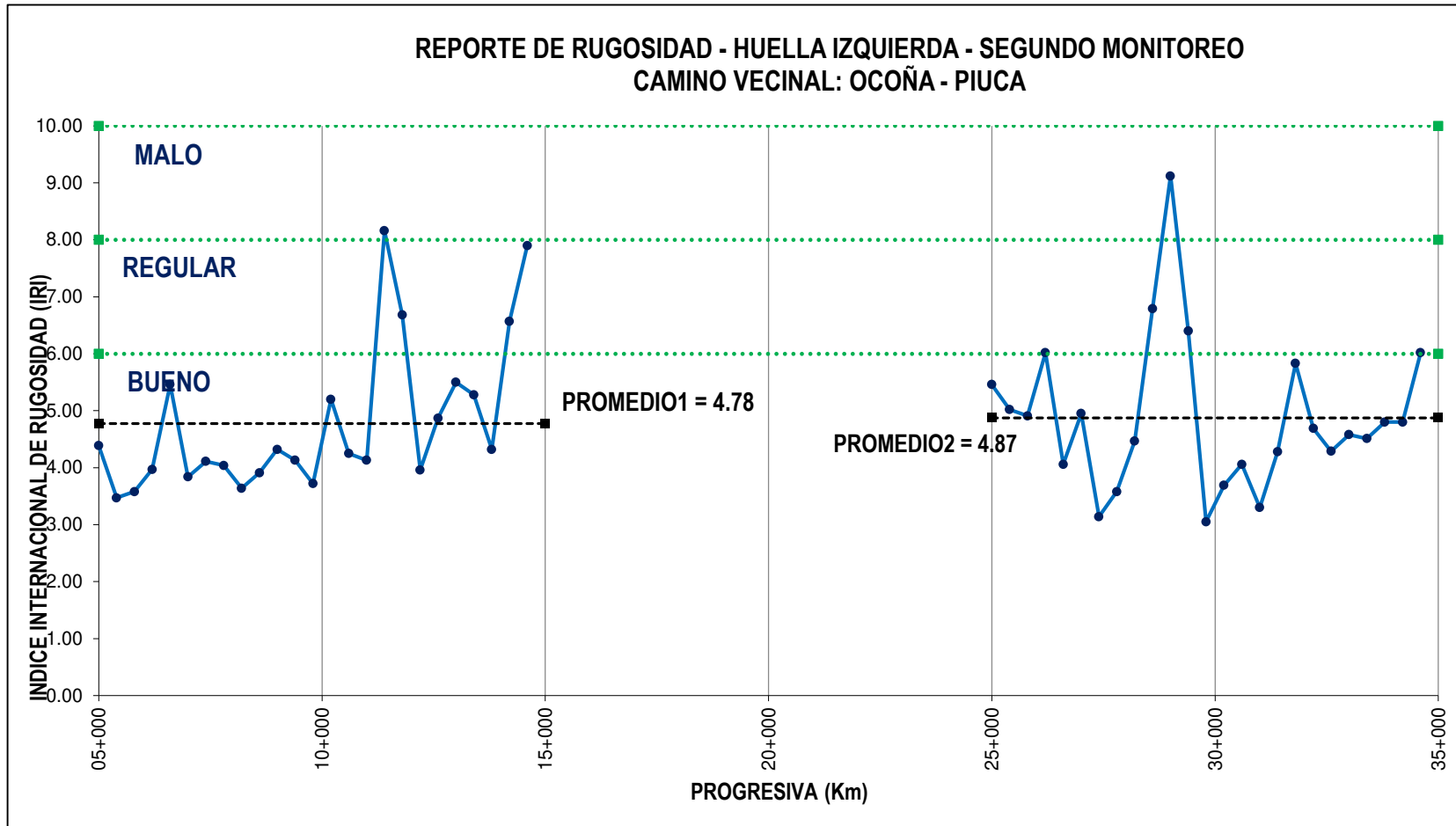


Figura 36: Perfil de la rugosidad en la huella izquierda (2° M.)

Fuente: Propia

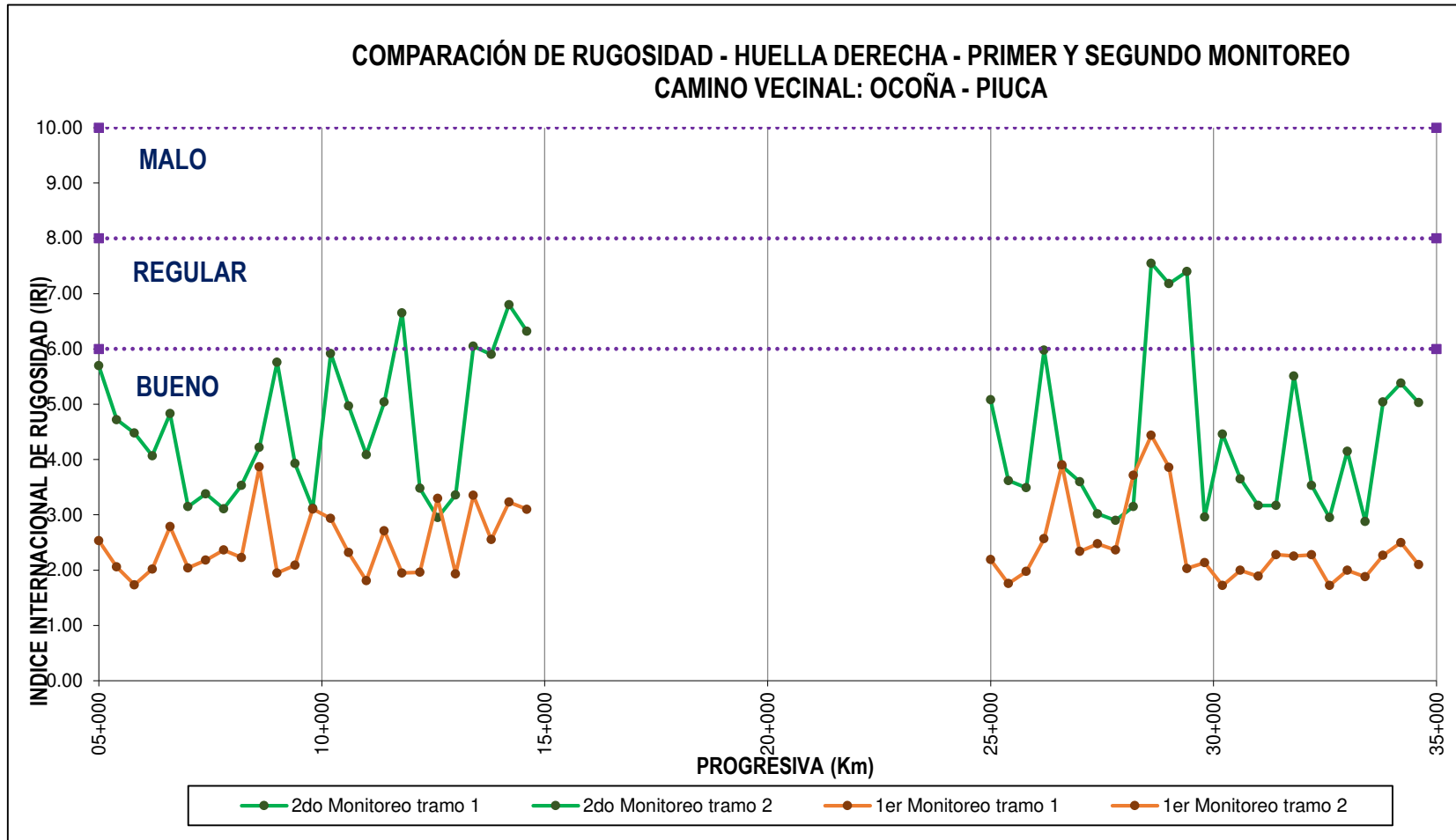


Figura 37: Comparación de rugosidad en la huella derecha

Fuente: Propia

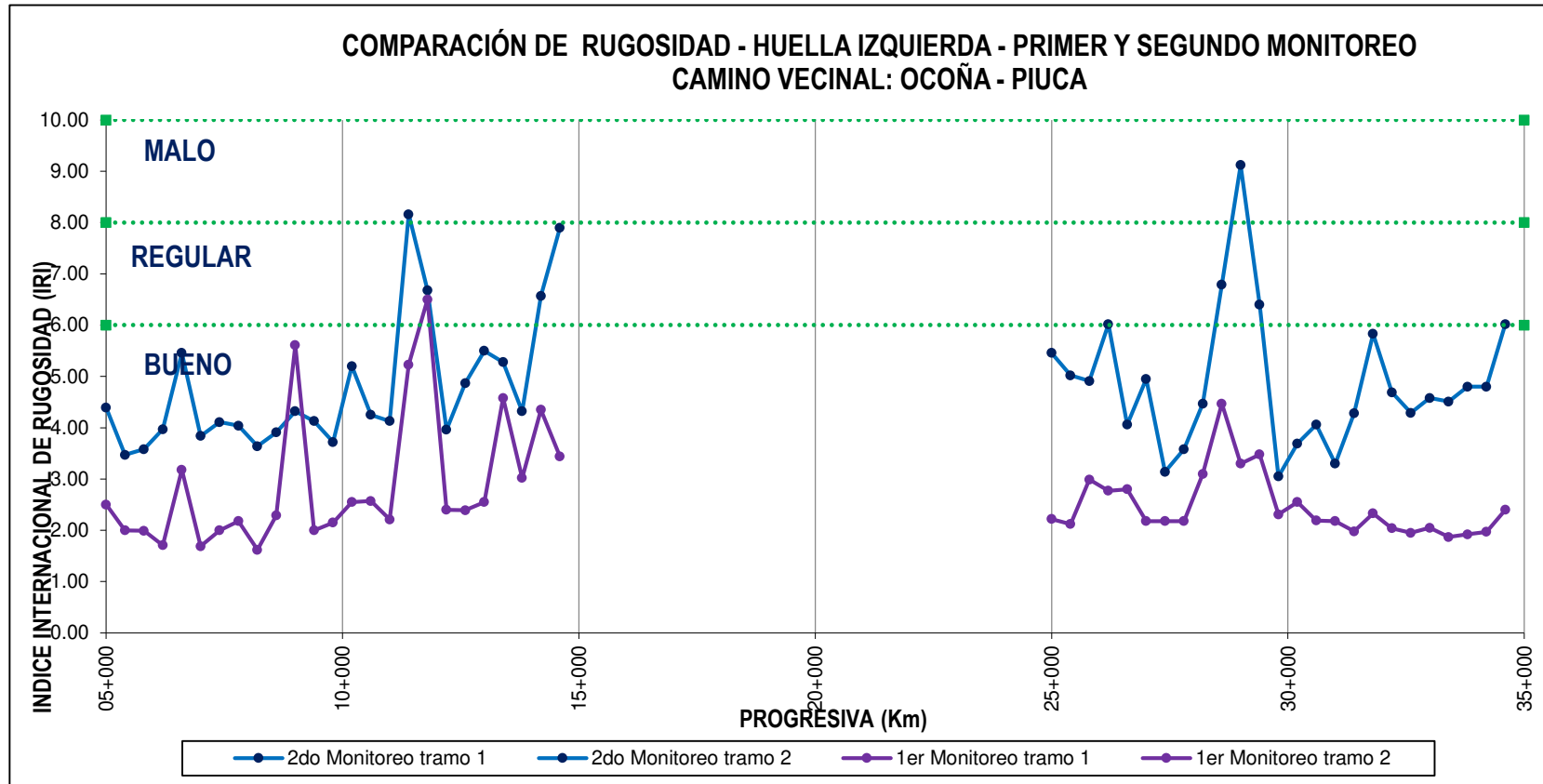


Figura 38: Comparación de rugosidad en huella izquierda

Fuente: Propia

3.5. Evaluación de la serviciabilidad

En la Tabla 25 y Tabla 26 se presentan el resumen del IRI promedio por huellas, el IRI promedio del sector y el PSI respectivo, hallados a partir de los resultados obtenidos en la evaluación de la rugosidad del Primer y Segundo Monitoreo.

Tabla 25: Determinación del PSI (1° M.)

DESCRIPCIÓN	IRI (m/Km)	
	HUELLA DERECHA	HUELLA IZQUIERDA
SECTOR DEL KM 05+000 - KM 15+000		
IRI PROMEDIO POR HUELLA	2.48	2.91
IRI PROMEDIO	2.70	BUENO
PSI	3.06	BUENO
SECTOR DEL KM 25+000 - KM 35+000		
IRI PROMEDIO POR HUELLA	2.43	2.46
IRI PROMEDIO	2.45	BUENO
PSI	3.21	BUENO

Fuente: Propia

Tabla 26: Determinación del PSI (2° M)

DESCRIPCIÓN	IRI (m/Km)	
	HUELLA DERECHA	HUELLA IZQUIERDA
SECTOR DEL KM 05+000 - KM 15+000		
IRI PROMEDIO POR HUELLA	4.62	4.78
IRI PROMEDIO	4.70	BUENO
PSI	2.13	REGULAR
SECTOR DEL KM 25+000 - KM 35+000		
IRI PROMEDIO POR HUELLA	4.35	4.87
IRI PROMEDIO	4.61	BUENO
PSI	2.16	REGULAR

Fuente: Propia

3.6. Evaluación de la condición superficial

La inspección visual realizada para la obtención del inventario de las fallas presentadas en la superficie de rodadura del camino, se realizó mediante la observación in situ, caminando todos los sectores en evaluación, y tomando las medidas de las dimensiones de las fallas presentadas y el nivel de severidad de las mismas.

Los procedimientos empleados para la determinación del URCl fueron realizados conforme a lo descrito en el ítem 3.3 del presente capítulo.

Los resultados son presentados bajo los indicadores de parámetros de evaluación (Tipo de falla, nivel de severidad, cantidad), índice de condición del camino no pavimentado (TDV, q, URCl, clasificación) y condición del camino no pavimentado, en cuadros y gráficas de dispersiones, en los ítems del primer y segundo Monitoreo.

3.6.1. Primer monitoreo

Se identificó las unidades de muestra de cada sector en evaluación, las cuales tienen las siguientes características:

- Longitud: 100 m
- Ancho: 3 m
- Área: 300 m²
- Cantidad: 100 unidades de muestra para cada sector

Los resultados de los parámetros de evaluación de cada unidad de muestra, se presentan en la Tabla 27, para el tramo Km 05+000 al Km 15+000, y en la Tabla 28, para el tramo Km 25+000 al Km 35+000. Se puede observar que el tipo de falla que tiene una mayor cantidad es la “F7 Agregado Suelto”, cuya severidad baja (L) y media (M) se registra con frecuencia a lo largo de los tramos en evaluación, asimismo se identificó la falla “F6 Ahuellamiento”.

3.6.1.1. Parámetros de evaluación

Tabla 27: Parámetros de evaluación (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																			
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7			
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)			
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H									
05+000	05+100	M1																				
05+100	05+200	M2																				
05+200	05+300	M3																			45	
05+300	05+400	M4																			30	
05+400	05+500	M5																				
05+500	05+600	M6																				
05+600	05+700	M7																				
05+700	05+800	M8																				
05+800	05+900	M9																				
05+900	06+000	M10																			9	
06+000	06+100	M11																			30	
06+100	06+200	M12																			24	
06+200	06+300	M13																			10	
06+300	06+400	M14																				
06+400	06+500	M15																				
06+500	06+600	M16																				
06+600	06+700	M17																				
06+700	06+800	M18																				
06+800	06+900	M19																				
06+900	07+000	M20																				
07+000	07+100	M21																				
07+100	07+200	M22																				
07+200	07+300	M23																				
07+300	07+400	M24																				
07+400	07+500	M25																				

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																					
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7															
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)	Encalaminado (m2)	Polvo (Nivel de severidad)	Baches (Unidad)	Ahuellamiento (m2)	Agregado suelto (m)															
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
07+500	07+600	M26																				48		
07+600	07+700	M27																						
07+700	07+800	M28																				24		
07+800	07+900	M29																						
07+900	08+000	M30																				23		
08+000	08+100	M31																				40		
08+100	08+200	M32																						
08+200	08+300	M33																						
08+300	08+400	M34																						
08+400	08+500	M35																				26		
08+500	08+600	M36																						
08+600	08+700	M37																						
08+700	08+800	M38																						
08+800	08+900	M39																				30		
08+900	09+000	M40																						
09+000	09+100	M41																						
09+100	09+200	M42																	6					225
09+200	09+300	M43																				24		
09+300	09+400	M44																						
09+400	09+500	M45																						
09+500	09+600	M46																						
09+600	09+700	M47																						
09+700	09+800	M48																						
09+800	09+900	M49																				90		
09+900	10+000	M50																						

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																						
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7				
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)				
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
10+000	10+100	M51																				125			
10+100	10+200	M52																					125		
10+200	10+300	M53																					88		
10+300	10+400	M54																					105		
10+400	10+500	M55																						102	
10+500	10+600	M56																						145	
10+600	10+700	M57																						162	
10+700	10+800	M58																							
10+800	10+900	M59																						130	
10+900	11+000	M60																						90	
11+000	11+100	M61																							58
11+100	11+200	M62																						82	
11+200	11+300	M63																						64	
11+300	11+400	M64																							
11+400	11+500	M65																							
11+500	11+600	M66																						75	
11+600	11+700	M67																						63	
11+700	11+800	M68																							287
11+800	11+900	M69																							232
11+900	12+000	M70																						50	
12+000	12+100	M71																						290	
12+100	12+200	M72																						58	226
12+200	12+300	M73																							58
12+300	12+400	M74																							
12+400	12+500	M75																							

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL		F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
12+500	12+600	M76																					
12+600	12+700	M77																					
12+700	12+800	M78																					
12+800	12+900	M79																					
12+900	13+000	M80																					
13+000	13+100	M81																					
13+100	13+200	M82																					
13+200	13+300	M83																					
13+300	13+400	M84																					
13+400	13+500	M85																					
13+500	13+600	M86																					
13+600	13+700	M87																					
13+700	13+800	M88																					
13+800	13+900	M89																					78
13+900	14+000	M90																					145
14+000	14+100	M91																					287
14+100	14+200	M92																					
14+200	14+300	M93																					
14+300	14+400	M94																					
14+400	14+500	M95																				102	29
14+500	14+600	M96																					
14+600	14+700	M97																					261
14+700	14+800	M98																					170
14+800	14+900	M99																					58
14+900	15+000	M100																					284

Fuente: Propia

Tabla 28: Parámetros de evaluación (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
25+000	25+100	M1																					116
25+100	25+200	M2																					44
25+200	25+300	M3																					
25+300	25+400	M4																					145
25+400	25+500	M5																					44
25+500	25+600	M6																					
25+600	25+700	M7																					
25+700	25+800	M8																					
25+800	25+900	M9																					
25+900	26+000	M10																					
26+000	26+100	M11																				25	
26+100	26+200	M12																					30
26+200	26+300	M13																					261
26+300	26+400	M14																					160
26+400	26+500	M15																					73
26+500	26+600	M16																					73
26+600	26+700	M17																				29	116
26+700	26+800	M18																				238	
26+800	26+900	M19																				247	
26+900	27+000	M20																				165	112
27+000	27+100	M21																				87	174
27+100	27+200	M22																				60	
27+200	27+300	M23																				29	87
27+300	27+400	M24																					
27+400	27+500	M25																					

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																							
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7					
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)					
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H			
27+500	27+600	M26																							73	
27+600	27+700	M27																								
27+700	27+800	M28																								
27+800	27+900	M29																							35	73
27+900	28+000	M30																							50	
28+000	28+100	M31																								
28+100	28+200	M32																								
28+200	28+300	M33																								116
28+300	28+400	M34																							58	87
28+400	28+500	M35																								
28+500	28+600	M36																								58
28+600	28+700	M37																							232	58
28+700	28+800	M38																							261	29
28+800	28+900	M39																							174	116
28+900	29+000	M40																							29	87
29+000	29+100	M41																							58	73
29+100	29+200	M42																								116
29+200	29+300	M43																								226
29+300	29+400	M44																							290	
29+400	29+500	M45																							116	113
29+500	29+600	M46																							261	29
29+600	29+700	M47																							287	
29+700	29+800	M48																							261	
29+800	29+900	M49																							261	29
29+900	30+000	M50																								58

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
30+000	30+100	M51																					
30+100	30+200	M52																					
30+200	30+300	M53																			225	29	
30+300	30+400	M54																			175		
30+400	30+500	M55																			58		
30+500	30+600	M56																					
30+600	30+700	M57																					
30+700	30+800	M58																				58	
30+800	30+900	M59																					
30+900	31+000	M60																					
31+000	31+100	M61																					
31+100	31+200	M62																					
31+200	31+300	M63																					
31+300	31+400	M64																					
31+400	31+500	M65																					
31+500	31+600	M66																					
31+600	31+700	M67																					
31+700	31+800	M68																					
31+800	31+900	M69																					
31+900	32+000	M70																					
32+000	32+100	M71																					
32+100	32+200	M72																				29	
32+200	32+300	M73																				29	87
32+300	32+400	M74																				125	
32+400	32+500	M75																				203	58

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																					
Km INICIAL	Km FINAL		F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7			
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)			
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
32+500	32+600	M76																			140	58		
32+600	32+700	M77																						
32+700	32+800	M78																						
32+800	32+900	M79																						
32+900	33+000	M80																						
33+000	33+100	M81																					56	
33+100	33+200	M82																						
33+200	33+300	M83																					58	
33+300	33+400	M84																					44	
33+400	33+500	M85																						
33+500	33+600	M86																						
33+600	33+700	M87																						87
33+700	33+800	M88																						
33+800	33+900	M89																						58
33+900	34+000	M90																						58
34+000	34+100	M91																						
34+100	34+200	M92																						
34+200	34+300	M93																						
34+300	34+400	M94																					131	
34+400	34+500	M95																					29	
34+500	34+600	M96																						
34+600	34+700	M97																						29
34+700	34+800	M98																						
34+800	34+900	M99																						189
34+900	35+000	M100																						

Fuente: Propia

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

El resumen de metrado del tramo Km 05+000 al Km 15+000 se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29: Resumen de metrado de fallas – tramo Km 05+000 al Km 15+000 (1° M.)

Resumen de metrado – Primer Monitoreo – Tramo Km 05+000 al Km 15+000				
N°	Tipo de Falla	Und	Nivel de Severidad	Metrado
F1	Sección transversal inapropiada	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F2	Inadecuado drenaje longitudinal	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F3	Encalaminado	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F4	Polvo	Nivel de Severidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F5	Baches (Unidad)	Unidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F6	Ahuellamiento	m2	L	0.00
			M	6.00
			H	0.00
F7	Agregado suelto	m	L	2,331.00
			M	2,151.00
			H	225.00

Fuente: Propia

En la Figura 39 se presenta la distribución de las cantidades de la falla de agregado suelto del tramo Km 05+000 al Km 15+000, se observa que la mayor cantidad de esta falla es de 290 m en este sector.

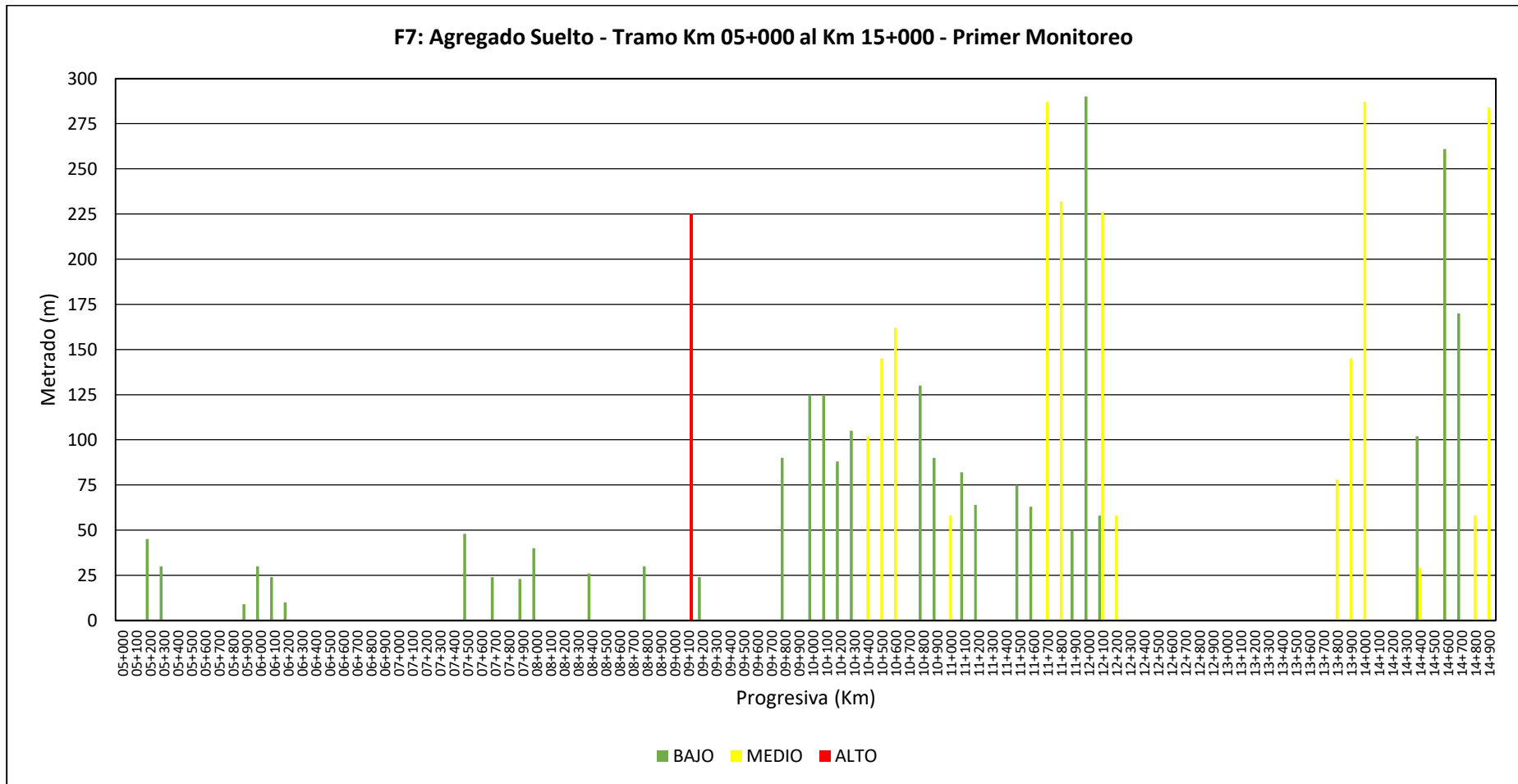


Figura 39: Distribución de la falla agregado suelto en el tramo Km 05+000 al Km 15+000 (1° M.)

Fuente: Propia

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

El resumen de metrado del tramo Km 25+000 al Km 35+000 se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30: Resumen de metrado de fallas – Tramo Km 25+000 al Km 35+000 (1° M.)

Resumen de metrado – Primer Monitoreo – Tramo Km 25+000 al Km 35+000				
N°	Tipo de Falla	Und	Nivel de Severidad	Metrado
F1	Sección transversal inapropiada	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F2	Inadecuado drenaje longitudinal	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F3	Encalaminado	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F4	Polvo	Nivel de Severidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F5	Baches (Unidad)	Unidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F6	Ahuellamiento	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F7	Agregado suelto	m	L	4,513.00
			M	3,529.00
			H	0.00

Fuente: Propia

En la Figura 40 se presenta la distribución de las cantidades de la falla de agregado suelto del tramo Km 25+000 al Km 35+000, se observa que la mayor cantidad de esta falla es de 290 m en este sector.

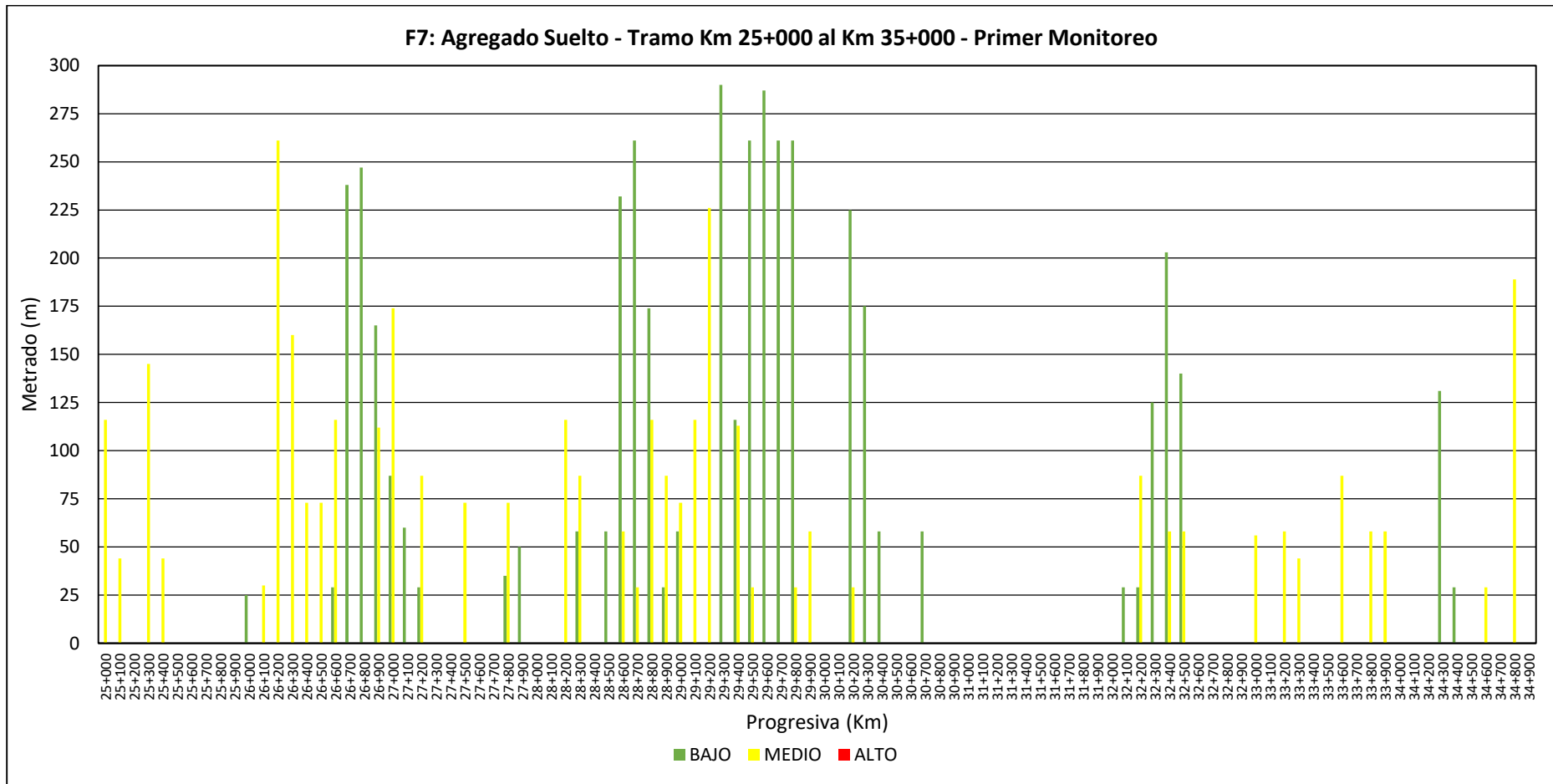


Figura 40: Distribución de la falla agregado suelto en el tramo Km 25+000 al Km 35+000 (1° M.)

Fuente: Propia

3.6.1.2. Índice de condición del C.N.P (URCI)

Tabla 31: URCI (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

TRAMO: Km 05+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
1	M1	300	05+000	05+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
2	M2	300	05+100	05+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
3	M3	300	05+200	05+300	8.00	1.00	92.00	EXCELENTE
4	M4	300	05+300	05+400	6.00	1.00	94.00	EXCELENTE
5	M5	300	05+400	05+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
6	M6	300	05+500	05+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
7	M7	300	05+600	05+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
8	M8	300	05+700	05+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
9	M9	300	05+800	05+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
10	M10	300	05+900	06+000	2.00	0.00	98.00	EXCELENTE
11	M11	300	06+000	06+100	6.00	1.00	94.00	EXCELENTE
12	M12	300	06+100	06+200	4.00	0.00	96.00	EXCELENTE
13	M13	300	06+200	06+300	2.00	0.00	98.00	EXCELENTE
14	M14	300	06+300	06+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
15	M15	300	06+400	06+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
16	M16	300	06+500	06+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
17	M17	300	06+600	06+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
18	M18	300	06+700	06+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
19	M19	300	06+800	06+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
20	M20	300	06+900	07+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
21	M21	300	07+000	07+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
22	M22	300	07+100	07+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
23	M23	300	07+200	07+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
24	M24	300	07+300	07+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
25	M25	300	07+400	07+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
26	M26	300	07+500	07+600	8.00	1.00	92.00	EXCELENTE
27	M27	300	07+600	07+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
28	M28	300	07+700	07+800	4.00	0.00	96.00	EXCELENTE
29	M29	300	07+800	07+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
30	M30	300	07+900	08+000	4.00	0.00	96.00	EXCELENTE
31	M31	300	08+000	08+100	7.00	1.00	93.00	EXCELENTE
32	M32	300	08+100	08+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
33	M33	300	08+200	08+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
34	M34	300	08+300	08+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
35	M35	300	08+400	08+500	5.00	0.00	95.00	EXCELENTE
36	M36	300	08+500	08+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
37	M37	300	08+600	08+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
38	M38	300	08+700	08+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
39	M39	300	08+800	08+900	6.00	1.00	94.00	EXCELENTE
40	M40	300	08+900	09+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
41	M41	300	09+000	09+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
42	M42	300	09+100	09+200	39.00	1.00	61.00	BUENO
43	M43	300	09+200	09+300	4.00	0.00	96.00	EXCELENTE
44	M44	300	09+300	09+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
45	M45	300	09+400	09+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
46	M46	300	09+500	09+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
47	M47	300	09+600	09+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
48	M48	300	09+700	09+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
49	M49	300	09+800	09+900	13.00	1.00	87.00	EXCELENTE
50	M50	300	09+900	10+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE

TRAMO: Km 05+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
51	M51	300	10+000	10+100	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
52	M52	300	10+100	10+200	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
53	M53	300	10+200	10+300	13.00	1.00	87.00	EXCELENTE
54	M54	300	10+300	10+400	15.00	1.00	85.00	MUY BUENO
55	M55	300	10+400	10+500	19.00	1.00	81.00	MUY BUENO
56	M56	300	10+500	10+600	24.00	1.00	76.00	MUY BUENO
57	M57	300	10+600	10+700	25.00	1.00	75.00	MUY BUENO
58	M58	300	10+700	10+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
59	M59	300	10+800	10+900	17.00	1.00	83.00	MUY BUENO
60	M60	300	10+900	11+000	13.00	1.00	87.00	EXCELENTE
61	M61	300	11+000	11+100	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
62	M62	300	11+100	11+200	12.00	1.00	88.00	EXCELENTE
63	M63	300	11+200	11+300	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
64	M64	300	11+300	11+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
65	M65	300	11+400	11+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
66	M66	300	11+500	11+600	12.00	1.00	88.00	EXCELENTE
67	M67	300	11+600	11+700	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
68	M68	300	11+700	11+800	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
69	M69	300	11+800	11+900	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
70	M70	300	11+900	12+000	9.00	1.00	91.00	EXCELENTE
71	M71	300	12+000	12+100	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
72	M72	300	12+100	12+200	39.00	2.00	71.00	MUY BUENO
73	M73	300	12+200	12+300	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
74	M74	300	12+300	12+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
75	M75	300	12+400	12+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
76	M76	300	12+500	12+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
77	M77	300	12+600	12+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
78	M78	300	12+700	12+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
79	M79	300	12+800	12+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
80	M80	300	12+900	13+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
81	M81	300	13+000	13+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
82	M82	300	13+100	13+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
83	M83	300	13+200	13+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
84	M84	300	13+300	13+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
85	M85	300	13+400	13+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
86	M86	300	13+500	13+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
87	M87	300	13+600	13+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
88	M88	300	13+700	13+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
89	M89	300	13+800	13+900	17.00	1.00	83.00	MUY BUENO
90	M90	300	13+900	14+000	24.00	1.00	76.00	MUY BUENO
91	M91	300	14+000	14+100	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
92	M92	300	14+100	14+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
93	M93	300	14+200	14+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
94	M94	300	14+300	14+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
95	M95	300	14+400	14+500	23.00	2.00	83.00	MUY BUENO
96	M96	300	14+500	14+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
97	M97	300	14+600	14+700	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
98	M98	300	14+700	14+800	19.00	1.00	81.00	MUY BUENO
99	M99	300	14+800	14+900	14.00	0.00	86.00	EXCELENTE
100	M100	300	14+900	15+000	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
PROMEDIO							93.67	EXCELENTE

Fuente: Propia

Tabla 32: URCI (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
1	M1	300	25+000	25+100	21.00	1.00	79.00	MUY BUENO
2	M2	300	25+100	25+200	12.00	1.00	88.00	EXCELENTE
3	M3	300	25+200	25+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
4	M4	300	25+300	25+400	24.00	1.00	76.00	MUY BUENO
5	M5	300	25+400	25+500	12.00	1.00	88.00	EXCELENTE
6	M6	300	25+500	25+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
7	M7	300	25+600	25+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
8	M8	300	25+700	25+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
9	M9	300	25+800	25+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
10	M10	300	25+900	26+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
11	M11	300	26+000	26+100	5.00	0.00	95.00	EXCELENTE
12	M12	300	26+100	26+200	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
13	M13	300	26+200	26+300	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
14	M14	300	26+300	26+400	25.00	1.00	75.00	MUY BUENO
15	M15	300	26+400	26+500	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
16	M16	300	26+500	26+600	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
17	M17	300	26+600	26+700	26.00	1.00	74.00	MUY BUENO
18	M18	300	26+700	26+800	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
19	M19	300	26+800	26+900	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
20	M20	300	26+900	27+000	40.00	2.00	70.00	BUENO
21	M21	300	27+000	27+100	39.00	2.00	71.00	MUY BUENO
22	M22	300	27+100	27+200	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
23	M23	300	27+200	27+300	23.00	1.00	77.00	MUY BUENO
24	M24	300	27+300	27+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
25	M25	300	27+400	27+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
26	M26	300	27+500	27+600	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
27	M27	300	27+600	27+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
28	M28	300	27+700	27+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
29	M29	300	27+800	27+900	22.00	2.00	84.00	MUY BUENO
30	M30	300	27+900	28+000	9.00	1.00	91.00	EXCELENTE
31	M31	300	28+000	28+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
32	M32	300	28+100	28+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
33	M33	300	28+200	28+300	21.00	1.00	79.00	MUY BUENO
34	M34	300	28+300	28+400	28.00	2.00	79.00	MUY BUENO
35	M35	300	28+400	28+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
36	M36	300	28+500	28+600	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
37	M37	300	28+600	28+700	34.00	2.00	74.00	MUY BUENO
38	M38	300	28+700	28+800	29.00	2.00	78.00	MUY BUENO
39	M39	300	28+800	28+900	40.00	2.00	70.00	BUENO
40	M40	300	28+900	29+000	23.00	1.00	77.00	MUY BUENO
41	M41	300	29+000	29+100	26.00	2.00	74.00	MUY BUENO
42	M42	300	29+100	29+200	21.00	1.00	79.00	MUY BUENO
43	M43	300	29+200	29+300	29.00	1.00	71.00	MUY BUENO
44	M44	300	29+300	29+400	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
45	M45	300	29+400	29+500	40.00	2.00	70.00	BUENO
46	M46	300	29+500	29+600	29.00	2.00	78.00	MUY BUENO
47	M47	300	29+600	29+700	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
48	M48	300	29+700	29+800	20.00	1.00	80.00	MUY BUENO
49	M49	300	29+800	29+900	29.00	2.00	78.00	MUY BUENO
50	M50	300	29+900	30+000	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
51	M51	300	30+000	30+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
52	M52	300	30+100	30+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
53	M53	300	30+200	30+300	29.00	2.00	78.00	MUY BUENO
54	M54	300	30+300	30+400	19.00	1.00	81.00	MUY BUENO
55	M55	300	30+400	30+500	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
56	M56	300	30+500	30+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
57	M57	300	30+600	30+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
58	M58	300	30+700	30+800	10.00	1.00	90.00	EXCELENTE
59	M59	300	30+800	30+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
60	M60	300	30+900	31+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
61	M61	300	31+000	31+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
62	M62	300	31+100	31+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
63	M63	300	31+200	31+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
64	M64	300	31+300	31+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
65	M65	300	31+400	31+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
66	M66	300	31+500	31+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
67	M67	300	31+600	31+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
68	M68	300	31+700	31+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
69	M69	300	31+800	31+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
70	M70	300	31+900	32+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
71	M71	300	32+000	32+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
72	M72	300	32+100	32+200	5.00	0.00	95.00	EXCELENTE
73	M73	300	32+200	32+300	23.00	1.00	77.00	MUY BUENO
74	M74	300	32+300	32+400	16.00	1.00	84.00	MUY BUENO
75	M75	300	32+400	32+500	34.00	2.00	74.00	MUY BUENO
76	M76	300	32+500	32+600	31.00	2.00	77.00	MUY BUENO
77	M77	300	32+600	32+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
78	M78	300	32+700	32+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
79	M79	300	32+800	32+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
80	M80	300	32+900	33+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
81	M81	300	33+000	33+100	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
82	M82	300	33+100	33+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
83	M83	300	33+200	33+300	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
84	M84	300	33+300	33+400	12.00	1.00	88.00	EXCELENTE
85	M85	300	33+400	33+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
86	M86	300	33+500	33+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
87	M87	300	33+600	33+700	18.00	1.00	82.00	MUY BUENO
88	M88	300	33+700	33+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
89	M89	300	33+800	33+900	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
90	M90	300	33+900	34+000	14.00	1.00	86.00	EXCELENTE
91	M91	300	34+000	34+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
92	M92	300	34+100	34+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
93	M93	300	34+200	34+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
94	M94	300	34+300	34+400	17.00	1.00	83.00	MUY BUENO
95	M95	300	34+400	34+500	5.00	0.00	95.00	EXCELENTE
96	M96	300	34+500	34+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
97	M97	300	34+600	34+700	9.00	1.00	91.00	EXCELENTE
98	M98	300	34+700	34+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
99	M99	300	34+800	34+900	28.00	1.00	72.00	MUY BUENO
100	M100	300	34+900	35+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
PROMEDIO							89.55	EXCELENTE

Fuente: Propia

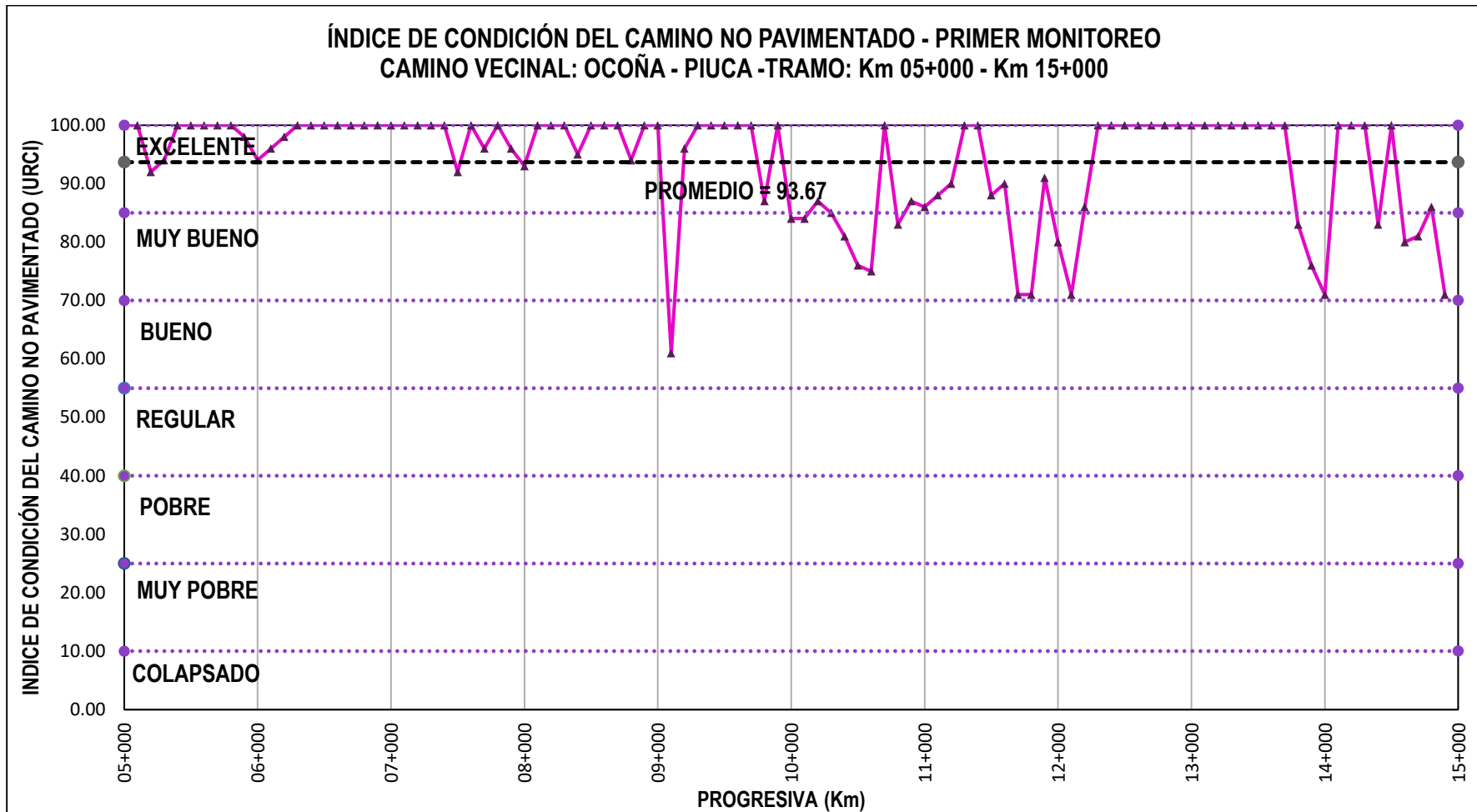


Figura 41: Perfil del URCI en el tramo Km 05+000 al Km 15+000 (1° M.)

Fuente: Propia

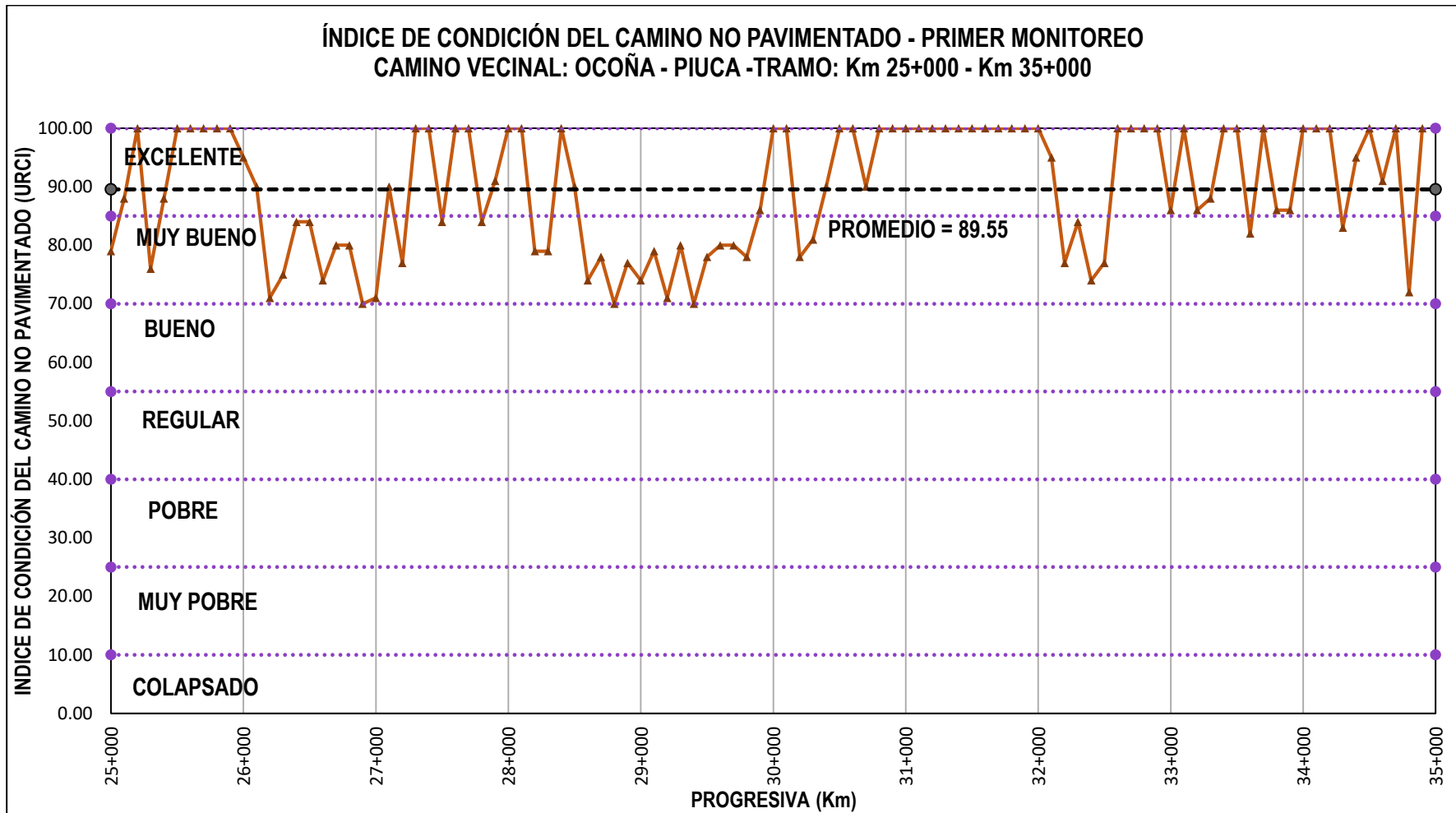


Figura 42: Perfil del URCI en el tramo Km 25+000 al Km 35+000 (1° M.)

Fuente: Propia

3.6.1.3. Condición de la superficie de rodadura

Una vez obtenido el URCI de las unidades de muestra, se determina la condición superficial de cada una de éstas.

a) URCI por kilómetro

En la Tabla 33, se observa la condición de la superficie de rodadura del camino en estudio por cada kilómetro.

- Los tramos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19 y 20 se encuentran en estado excelente.
- Y los tramos 6, 12, 14 y 15 se encuentran en estado muy bueno.

Tabla 33: URCI por kilómetro y clasificación (1° M.)

Primer Monitoreo - Resumen URCI por Kilómetro				
N°	Km Inicial	Km Final	URCI	Clasificación
1	05+000	06+000	98.40	EXCELENTE
2	06+000	07+000	98.80	EXCELENTE
3	07+000	08+000	98.40	EXCELENTE
4	08+000	09+000	98.20	EXCELENTE
5	09+000	10+000	94.40	EXCELENTE
6	10+000	11+000	84.20	MUY BUENO
7	11+000	12+000	87.50	EXCELENTE
8	12+000	13+000	93.70	EXCELENTE
9	13+000	14+000	95.90	EXCELENTE
10	14+000	15+000	87.20	EXCELENTE
11	25+000	26+000	93.10	EXCELENTE
12	26+000	27+000	80.30	MUY BUENO
13	27+000	28+000	89.70	EXCELENTE
14	28+000	29+000	84.70	MUY BUENO
15	29+000	30+000	77.60	MUY BUENO
16	30+000	31+000	93.90	EXCELENTE
17	31+000	32+000	100.00	EXCELENTE
18	32+000	33+000	91.40	EXCELENTE
19	33+000	34+000	94.10	EXCELENTE
20	34+000	35+000	77.66	MUY BUENO

Fuente: Propia

b) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 34, se presentan los porcentajes obtenidos por cada tipo de clasificación de la superficie de rodadura en el tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 34: Porcentajes del URCI (1° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Primer Monitoreo - Porcentajes URCI - Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
CLASIFICACIÓN URCI	UNIDADES DE MUESTRA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
TOTAL EXCELENTE	81	8100	81.00%
TOTAL MUY BUENO	18	1800	18.00%
TOTAL BUENO	1	100	1.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL POBRE	0	0	0.00%
TOTAL MUY POBRE	0	0	0.00%
TOTAL COLAPSADO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

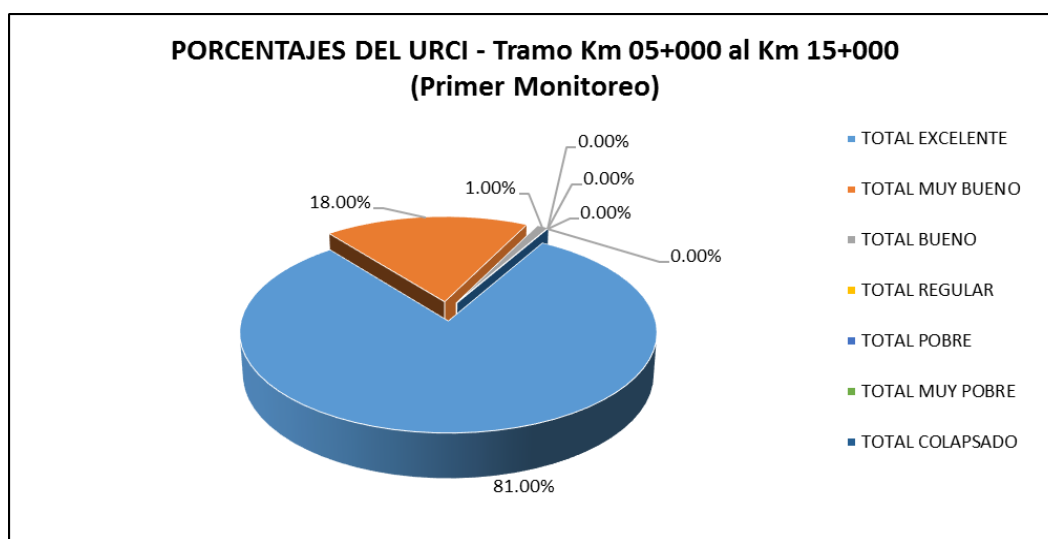


Figura 43: Porcentajes del URCI (1° M.) – Tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 43 se muestra el resumen de la clasificación por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, se observa que el 81.00 % de las unidades de muestra se encuentran en condición excelente, 18.00 % en condición muy bueno y 1.00 % en condición bueno.

c) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 35, se presentan los porcentajes obtenidos por cada tipo de clasificación de la superficie de rodadura en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 35: Porcentajes del URCI (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Primer Monitoreo - Porcentajes URCI - Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
CLASIFICACIÓN URCI	UNIDADES DE MUESTRA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
TOTAL EXCELENTE	62	6200	62.00%
TOTAL MUY BUENO	35	3500	35.00%
TOTAL BUENO	3	300	3.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL POBRE	0	0	0.00%
TOTAL MUY POBRE	0	0	0.00%
TOTAL COLAPSADO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

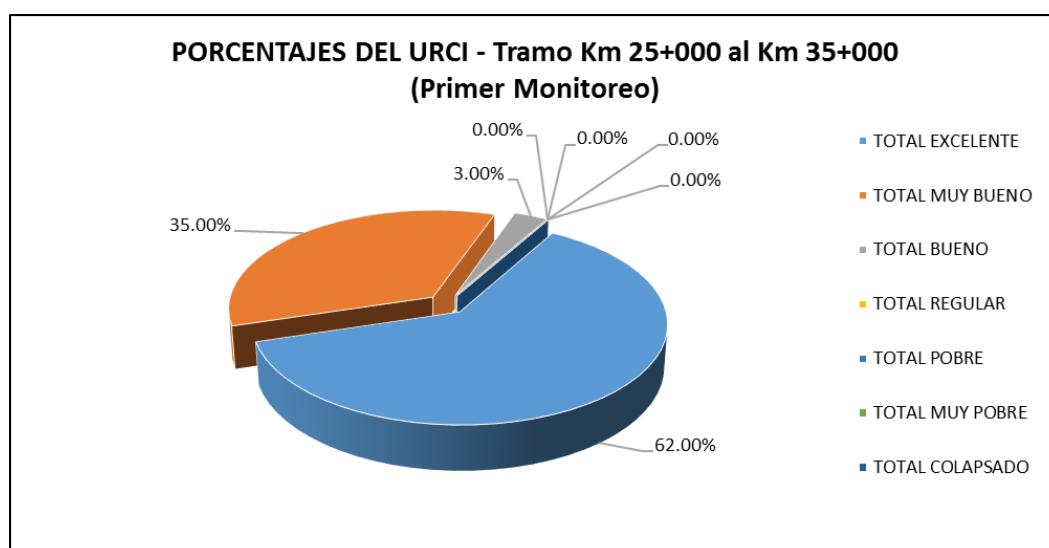


Figura 44: Porcentajes del URCI (1° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 44 se muestra el resumen de la clasificación por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, se observa que el 62.00 % de las unidades de muestra se encuentran en condición excelente, el 35.00 % en condición muy bueno y 3.00 % en condición bueno.

d) URCI promedio por sector

En la Tabla 36 se muestra el promedio del URCI por cada sector, para definir la condición que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que en general la vía en estudio se encuentra en la clasificación excelente durante el periodo de septiembre de 2015. Se observa que el URCI del tramo Km 25+000 al Km 35+000 es menor, lo que indica que existe un mayor deterioro en ese tramo.

Tabla 36: URCI promedio por sector (1° M.)

SECTOR	URCI	CLASIFICACIÓN
Km 05+000 - Km 15+000	93.67	EXCELENTE
Km 25+000 – Km 35+000	89.55	EXCELENTE

Fuente: Propia

3.6.2. Segundo Monitoreo

Se identificó las unidades de muestra de cada sector en evaluación, las cuales tienen las siguientes características:

- Longitud: 50 m
- Ancho: 4 m
- Área: 200 m²
- Cantidad: 200 unidades de muestra para cada sector

Los resultados de los parámetros de evaluación de cada unidad de muestra, se presentan en la Tabla 37, para el tramo Km 05+000 al Km 15+000, y en la Tabla 38, para el tramo Km 25+000 al Km 35+000. Se puede observar que el tipo de falla que tiene una mayor cantidad es la “F7 Agregado Suelto”, cuya severidad baja (L) y media (M) se registra constantemente a lo largo de los tramos en evaluación, asimismo se identificó las fallas “F3 Encalaminado”, “F5 Baches” y “F6 Ahuellamiento”.

3.6.2.1. Parámetros de evaluación

Tabla 37: Parámetros de evaluación (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																			
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7			
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)			
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H									
05+000	05+050	M1																				
05+050	05+100	M2																				
05+100	05+150	M3																		105	45	
05+150	05+200	M4																		90	60	
05+200	05+250	M5																		132	18	
05+250	05+300	M6																		150		
05+300	05+350	M7																		87	63	
05+350	05+400	M8																				150
05+400	05+450	M9																		99	51	
05+450	05+500	M10																		141	9	
05+500	05+550	M11																		150		
05+550	05+600	M12																		150		
05+600	05+650	M13																		150		
05+650	05+700	M14																		150		
05+700	05+750	M15																		150		
05+750	05+800	M16																		150		
05+800	05+850	M17																		123	27	
05+850	05+900	M18																		132	18	
05+900	05+950	M19																		114	36	
05+950	06+000	M20																		150		
06+000	06+050	M21																		75	75	
06+050	06+100	M22																		42		
06+100	06+150	M23																		93	57	
06+150	06+200	M24																		90		
06+200	06+250	M25																				

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
06+250	06+300	M26																					
06+300	06+350	M27																					
06+350	06+400	M28																					
06+400	06+450	M29																				150	
06+450	06+500	M30																				150	
06+500	06+550	M31																					150
06+550	06+600	M32																				147	3
06+600	06+650	M33																				150	
06+650	06+700	M34																				45	105
06+700	06+750	M35																				117	33
06+750	06+800	M36																				150	45
06+800	06+850	M37																				60	90
06+850	06+900	M38																				54	96
06+900	06+950	M39																				60	75
06+950	07+000	M40																					
07+000	07+050	M41																					
07+050	07+100	M42																					
07+100	07+150	M43																					
07+150	07+200	M44																					150
07+200	07+250	M45																					54
07+250	07+300	M46																					45
07+300	07+350	M47																					90
07+350	07+400	M48																					150
07+400	07+450	M49																					150
07+450	07+500	M50																					150

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																						
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2		F3			F4			F5			F6			F7							
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)		Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)							
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H									
07+450	07+500	M50																				150			
07+500	07+550	M51																					150		
07+550	07+600	M52																					150		
07+600	07+650	M53																					150		
07+650	07+700	M54																					90		
07+700	07+750	M55																							
07+750	07+800	M56																							
07+800	07+850	M57																							
07+850	07+900	M58																							
07+900	07+950	M59																					75		
07+950	08+000	M60																							
08+000	08+050	M61																							
08+050	08+100	M62																							
08+100	08+150	M63																					150		
08+150	08+200	M64																					150		
08+200	08+250	M65																					120		
08+250	08+300	M66																							
08+300	08+350	M67																					150		
08+350	08+400	M68																					150		
08+400	08+450	M69																					150		
08+450	08+500	M70																					150		
08+500	08+550	M71																					144	6	
08+550	08+600	M72																					75	75	
08+600	08+650	M73																					150		
08+650	08+700	M74																					150		
08+700	08+750	M75																					129	21	

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
08+750	08+800	M76																			126	24	
08+800	08+850	M77																			96	54	
08+850	08+900	M78																			150		
08+900	08+950	M79																			150		
08+950	09+000	M80																			150		
09+000	09+050	M81																			150		
09+050	09+100	M82																			150		
09+100	09+150	M83																			60	90	
09+150	09+200	M84																					100
09+200	09+250	M85																				150	
09+250	09+300	M86																			105		
09+300	09+350	M87																					
09+350	09+400	M88																					
09+400	09+450	M89																					
09+450	09+500	M90																					
09+500	09+550	M91																					
09+550	09+600	M92																					
09+600	09+650	M93																			4		
09+650	09+700	M94																					
09+700	09+750	M95																					
09+750	09+800	M96																					
09+800	09+850	M97																					
09+850	09+900	M98																					
09+900	09+950	M99																					
09+950	10+000	M100																					

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																								
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7								
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)								
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H													
10+000	10+050	M101																				15					
10+050	10+100	M102																					150				
10+100	10+150	M103																									
10+150	10+200	M104																						27			
10+200	10+250	M105																						150			
10+250	10+300	M106																						150			
10+300	10+350	M107																						30	120		
10+350	10+400	M108																						90	60		
10+400	10+450	M109																						66	84		
10+450	10+500	M110																						30	120		
10+500	10+550	M111																						63	87		
10+550	10+600	M112																						60	90		
10+600	10+650	M113																								150	
10+650	10+700	M114																						132	18		
10+700	10+750	M115																						150			
10+750	10+800	M116																						99	51		
10+800	10+850	M117																						75	75		
10+850	10+900	M118																						150			
10+900	10+950	M119																						63			
10+950	11+000	M120																						78			
11+000	11+050	M121																						111	39		
11+050	11+100	M122																						150			
11+100	11+150	M123																									
11+150	11+200	M124																						69			
11+200	11+250	M125																									

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																							
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7					
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)					
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H			
11+250	11+300	M126																				135				
11+300	11+350	M127																					126	24		
11+350	11+400	M128																					150			
11+400	11+450	M129																					150			
11+450	11+500	M130																					81	69		
11+500	11+550	M131																					150			
11+550	11+600	M132																					105	45		
11+600	11+650	M133																					60	90		
11+650	11+700	M134																					150			
11+700	11+730	M135																					90			
11+730	11+800	M136																								
11+800	11+850	M137																								
11+850	11+900	M138																								
11+900	11+950	M139																								
11+950	12+000	M140																								
12+000	12+050	M141																					90	60		
12+050	12+100	M142																					21	129		
12+100	12+150	M143																						150		
12+150	12+200	M144																						150		
12+200	12+250	M145																					12	81		
12+250	12+300	M146																								
12+300	12+350	M147																								
12+350	12+400	M148																						150		
12+400	12+450	M149																								
12+450	12+500	M150																								

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados																						
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2		F3			F4			F5			F6			F7							
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)		Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)							
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H											
12+500	12+550	M151																							
12+550	12+600	M152																							
12+600	12+650	M153																							
12+650	12+700	M154																							
12+700	12+750	M155																							
12+750	12+800	M156																							
12+800	12+850	M157																							
12+850	12+900	M158																							
12+900	12+950	M159																							
12+950	13+000	M160																						114	
13+000	13+050	M161																						111	
13+050	13+100	M162																							
13+100	13+150	M163																							
13+150	13+200	M164																						60	
13+200	13+250	M165																						138	12
13+250	13+300	M166																						147	3
13+300	13+350	M167																						150	
13+350	13+400	M168																						150	
13+400	13+450	M169																						105	45
13+450	13+500	M170																						150	
13+500	13+550	M171																						6	144
13+550	13+600	M172																						135	15
13+600	13+650	M173																						48	102
13+650	13+700	M174																						6	144
13+700	13+750	M175																						9	141

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
13+750	13+800	M176													4						117	33	
13+800	13+850	M177																			30		120
13+850	13+900	M178																			114	36	
13+900	13+950	M179																			84	39	
13+950	14+000	M180																			72	39	
14+000	14+050	M181													5						123	27	
14+050	14+100	M182																			75	75	
14+100	14+150	M183								48											6	144	
14+150	14+200	M184																			84	66	
14+200	14+250	M185																				150	
14+250	14+300	M186																			150		
14+300	14+350	M187								50												150	
14+350	14+400	M188								27											69	81	
14+400	14+450	M189								50												150	
14+450	14+500	M190								50												150	
14+500	14+550	M191																				150	
14+550	14+600	M192																			63	87	
14+600	14+650	M193																			57	93	
14+650	14+700	M194																				150	
14+700	14+750	M195																				150	
14+750	14+800	M196																				150	
14+800	14+850	M197																				150	
14+850	14+900	M198																			30	120	
14+900	14+950	M199																			150		
14+950	15+000	M200																			150		

Fuente: Propia

Tabla 38: Parámetros de evaluación (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																				
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7		
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)		
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
25+000	25+050	M1													3						27	63	
25+050	25+100	M2													3							63	87
25+100	25+150	M3														4						150	
25+150	25+200	M4														3						75	75
25+200	25+250	M5														11							43
25+250	25+300	M6																					15
25+300	25+350	M7																				72	78
25+350	25+400	M8																				117	33
25+400	25+450	M9																					
25+450	25+500	M10																				24	48
25+500	25+550	M11																				52	38
25+550	25+600	M12																					52
25+600	25+650	M13																					
25+650	25+700	M14																					
25+700	25+750	M15																				15	30
25+750	25+800	M16																				51	
25+800	25+850	M17																					
25+850	25+900	M18																					
25+900	25+950	M19																				88	62
25+950	26+000	M20																				48	
26+000	26+050	M21																					
26+050	26+100	M22																				60	60
26+100	26+150	M23																				33	
26+150	26+200	M24																				58	59
26+200	26+250	M25																				69	81

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																				
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2		F3			F4			F5			F6			F7					
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)		Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)					
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H								
26+250	26+300	M26						15												45	105		
26+300	26+350	M27																		105	45		
26+350	26+400	M28																		45	105		
26+400	26+450	M29																		102	48		
26+450	26+500	M30																					
26+500	26+550	M31																		150			
26+550	26+600	M32												2						48	102		
26+600	26+650	M33																		135	15		
26+650	26+700	M34																		129	21		
26+700	26+750	M35																		111	39		
26+750	26+800	M36																		129	21		
26+800	26+850	M37																		150			
26+850	26+900	M38																		150			
26+900	26+950	M39																		150			
26+950	27+000	M40																		75	75		
27+000	27+050	M41						27												18	132		
27+050	27+100	M42																		105	45		
27+100	27+150	M43																		126	24		
27+150	27+200	M44																		78	18		
27+200	27+250	M45															1			132	18		
27+250	27+300	M46															2			72	78		
27+300	27+350	M47																		135			
27+350	27+400	M48																					
27+400	27+450	M49																		150			
27+450	27+500	M50																		150			

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																					
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7					
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)					
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H									
27+500	27+550	M51																			150			
27+550	27+600	M52													3							57	93	
27+600	27+650	M53																						
27+650	27+700	M54																				150		
27+700	27+750	M55																				30		
27+750	27+800	M56																				150		
27+800	27+850	M57																				62	98	
27+850	27+900	M58																				150		
27+900	27+950	M59																				81	69	
27+950	28+000	M60																				135	15	
28+000	28+050	M61																				150		
28+050	28+100	M62																				105		
28+100	28+150	M63																				150		
28+150	28+200	M64																				150		
28+200	28+250	M65																				132	18	
28+250	28+300	M66																				96	54	
28+300	28+350	M67																					150	
28+350	28+400	M68																				89	61	
28+400	28+450	M69																				63		
28+450	28+500	M70																				105		
28+500	28+550	M71																				150		
28+550	28+600	M72																				36	124	
28+600	28+650	M73																				150		
28+650	28+700	M74																				150		
28+700	28+750	M75																				129	21	

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																				
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2		F3			F4			F5			F6			F7					
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)		Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)					
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H											
28+750	28+800	M76																		45	105		
28+800	28+850	M77																			9	141	
28+850	28+900	M78																			111	49	
28+900	28+950	M79																			36	114	
28+950	29+000	M80																			63	87	
29+000	29+050	M81																			60	90	
29+050	29+100	M82																				150	
29+100	29+150	M83																				150	
29+150	29+200	M84																				150	
29+200	29+250	M85																				150	
29+250	29+300	M86																				150	
29+300	29+350	M87																				150	
29+350	29+400	M88																				150	
29+400	29+450	M89																				150	
29+450	29+500	M90																				150	
29+500	29+550	M91																				150	
29+550	29+600	M92																			60	90	
29+600	29+650	M93																			75	75	
29+650	29+700	M94																			111	39	
29+700	29+750	M95																			135		
29+750	29+800	M96																					
29+800	29+850	M97																					
29+850	29+900	M98																				30	60
29+900	29+950	M99																				90	60
29+950	30+000	M100																				150	

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																						
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7						
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)						
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H										
30+000	30+050	M101																			150				
30+050	30+100	M102																				150			
30+100	30+150	M103																							
30+150	30+200	M104																					57		
30+200	30+250	M105													2								150		
30+250	30+300	M106													4								150		
30+300	30+350	M107																					66	84	
30+350	30+400	M108																					150		
30+400	30+450	M109																					117	33	
30+450	30+500	M110																					72	18	
30+500	30+550	M111													3								75	42	
30+550	30+600	M112																					75	6	
30+600	30+650	M113																							
30+650	30+700	M114													4								150		
30+700	30+750	M115																					12		
30+750	30+800	M116																					57	93	
30+800	30+850	M117																					45	39	
30+850	30+900	M118																					66		
30+900	30+950	M119																							
30+950	31+000	M120																							
31+000	31+050	M121																							
31+050	31+100	M122																							
31+100	31+150	M123																							
31+150	31+200	M124																							
31+200	31+250	M125																						45	

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																				
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7				
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)				
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H									
31+250	31+300	M126																					
31+300	31+350	M127																			150		
31+350	31+400	M128																			150		
31+400	31+450	M129																			130		20
31+450	31+500	M130																			99		
31+500	31+550	M131																			60	90	
31+550	31+600	M132																				150	
31+600	31+650	M133																			102		
31+650	31+700	M134																			45	90	
31+700	31+750	M135																			87		
31+750	31+800	M136																			96	15	
31+800	31+850	M137																					
31+850	31+900	M138																			102		
31+900	31+950	M139																			150		
31+950	32+000	M140																			150		
32+000	32+050	M141																			150		
32+050	32+100	M142																			150		
32+100	32+150	M143																			120	30	
32+150	32+200	M144																			111	39	
32+200	32+250	M145																			37	44	
32+250	32+300	M146																			21	87	
32+300	32+350	M147																			60	39	
32+350	32+400	M148																			90		
32+400	32+450	M149																				57	
32+450	32+500	M150																			48	102	

PROGRESIVA			Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																					
Km INICIAL	Km FINAL	Unidad de muestra	F1			F2			F3			F4			F5			F6			F7			
			Sección transversal inapropiada (m)			Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)			
			L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
32+500	32+550	M151																			111	39		
32+550	32+600	M152																				114	36	
32+600	32+650	M153																				150		
32+650	32+700	M154																				150		
32+700	32+750	M155																				66		
32+750	32+800	M156																				93	57	
32+800	32+850	M157																				150		
32+850	32+900	M158																				150		
32+900	32+950	M159																				150		
32+950	33+000	M160																					150	
33+000	33+050	M161																				60	90	
33+050	33+100	M162																				150		
33+100	33+150	M163																				3	147	
33+150	33+200	M164																				63	87	
33+200	33+250	M165																				78	72	
33+250	33+300	M166																				150		
33+300	33+350	M167																				54	54	
33+350	33+400	M168																						
33+400	33+450	M169																						
33+450	33+500	M170																						
33+500	33+550	M171																				9	99	
33+550	33+600	M172																				138	18	
33+600	33+650	M173																				150		
33+650	33+700	M174																				150		
33+700	33+750	M175																				132	18	

PROGRESIVA		Unidad de muestra	Fallas en caminos no pavimentados - Segundo Monitoreo																				
Km INICIAL	Km FINAL		F1	F2			F3			F4			F5			F6			F7				
			Sección transversal inapropiada (m)	Inadecuado drenaje longitudinal (m)			Encalaminado (m2)			Polvo (Nivel de severidad)			Baches (Unidad)			Ahuellamiento (m2)			Agregado suelto (m)				
			L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H	L M H								
33+750	33+800	M176																			144	6	
33+800	33+850	M177																				72	78
33+850	33+900	M178																				117	33
33+900	33+950	M179													1							66	84
33+950	34+000	M180													1							111	39
34+000	34+050	M181																					
34+050	34+100	M182																				120	
34+100	34+150	M183														2						123	27
34+150	34+200	M184														2						48	102
34+200	34+250	M185																				150	
34+250	34+300	M186																				150	
34+300	34+350	M187																				93	57
34+350	34+400	M188																				32	118
34+400	34+450	M189								81													69
34+450	34+500	M190								42													108
34+500	34+550	M191																					
34+550	34+600	M192																					99
34+600	34+650	M193																				75	75
34+650	34+700	M194																				75	75
34+700	34+750	M195																				150	
34+750	34+800	M196																				105	45
34+800	34+850	M197																					150
34+850	34+900	M198																				36	69
34+900	34+950	M199																				150	
34+950	35+000	M200																				90	60

Fuente: Propia

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

El resumen de metrado del tramo Km 05+000 al Km 15+000 se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39: Resumen de metrado de fallas – tramo Km 05+000 al Km 15+000 (2° M.)

Resumen de metrado – Segundo Monitoreo – Tramo Km 05+000 al Km 15+000				
N°	Tipo de Falla	Und	Nivel de Severidad	Metrado
F1	Sección transversal inapropiada	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F2	Inadecuado drenaje longitudinal	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F3	Encalaminado	m ²	L	177.00
			M	48.00
			H	0.00
F4	Polvo	Nivel de Severidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F5	Baches (Unidad)	Unidad	L	0.00
			M	9.00
			H	0.00
F6	Ahuellamiento	m ²	L	0.00
			M	4.00
			H	0.00
F7	Agregado suelto	m	L	13,671.00
			M	6,189.00
			H	370.00

Fuente: Propia

En la Figura 45 se presenta la distribución de las cantidades de la falla de Agregado Suelto del tramo Km 05+000 al Km 15+000, se observa que la mayor cantidad de esta falla es de 150 m en este sector, siendo ésta cantidad la máxima que se puede obtener (3 veces la longitud de la unidad de muestra).

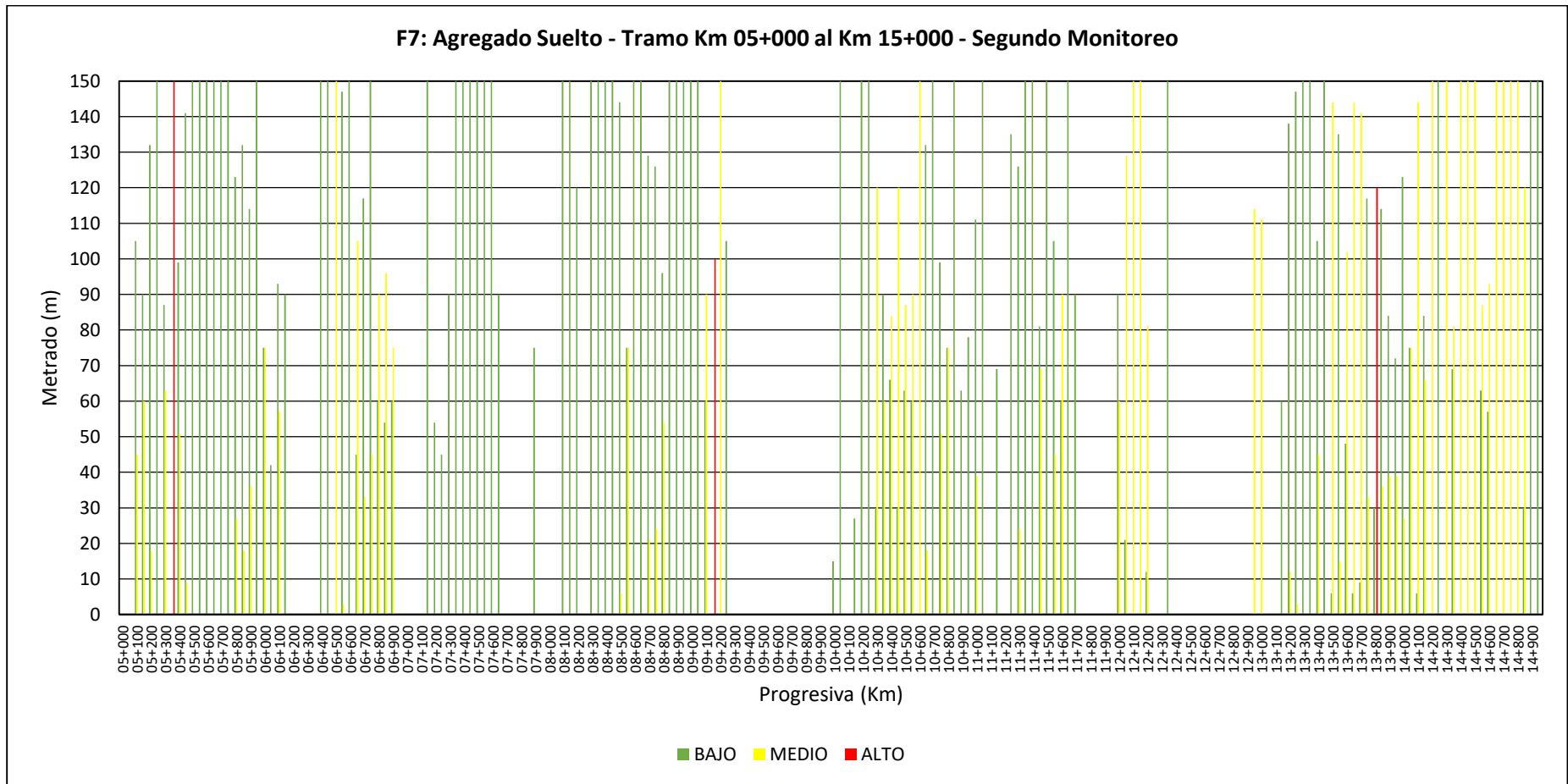


Figura 45: Distribución de la falla agregado suelto en el tramo Km 05+000 al Km 15+000 (2° M.)

Fuente: Propia

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

El resumen de metrado del tramo Km 25+000 al Km 35+000 se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40: Resumen de metrado de fallas – tramo Km 25+000 al Km 35+000 (2° M.)

Resumen de metrado – Segundo Monitoreo – Tramo Km 25+000 al Km 35+000				
N°	Tipo de Falla	Und	Nivel de Severidad	Metrado
F1	Sección transversal inapropiada	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F2	Inadecuado drenaje longitudinal	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F3	Encalaminado	m2	L	165.00
			M	0.00
			H	0.00
F4	Polvo	Nivel de Severidad	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F5	Baches (Unidad)	Unidad	L	8.00
			M	40.00
			H	3.00
F6	Ahuellamiento	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
F7	Agregado suelto	m	L	14,960.00
			M	8,047.00
			H	20.00

Fuente: Propia

En la Figura 46 se presenta la distribución de las cantidades de la falla de agregado suelto del tramo Km 25+000 al Km 35+000, se observa que la mayor cantidad de esta falla es de 150 m en este sector, siendo ésta cantidad la máxima que se puede obtener (3 veces la longitud de la unidad de muestra).

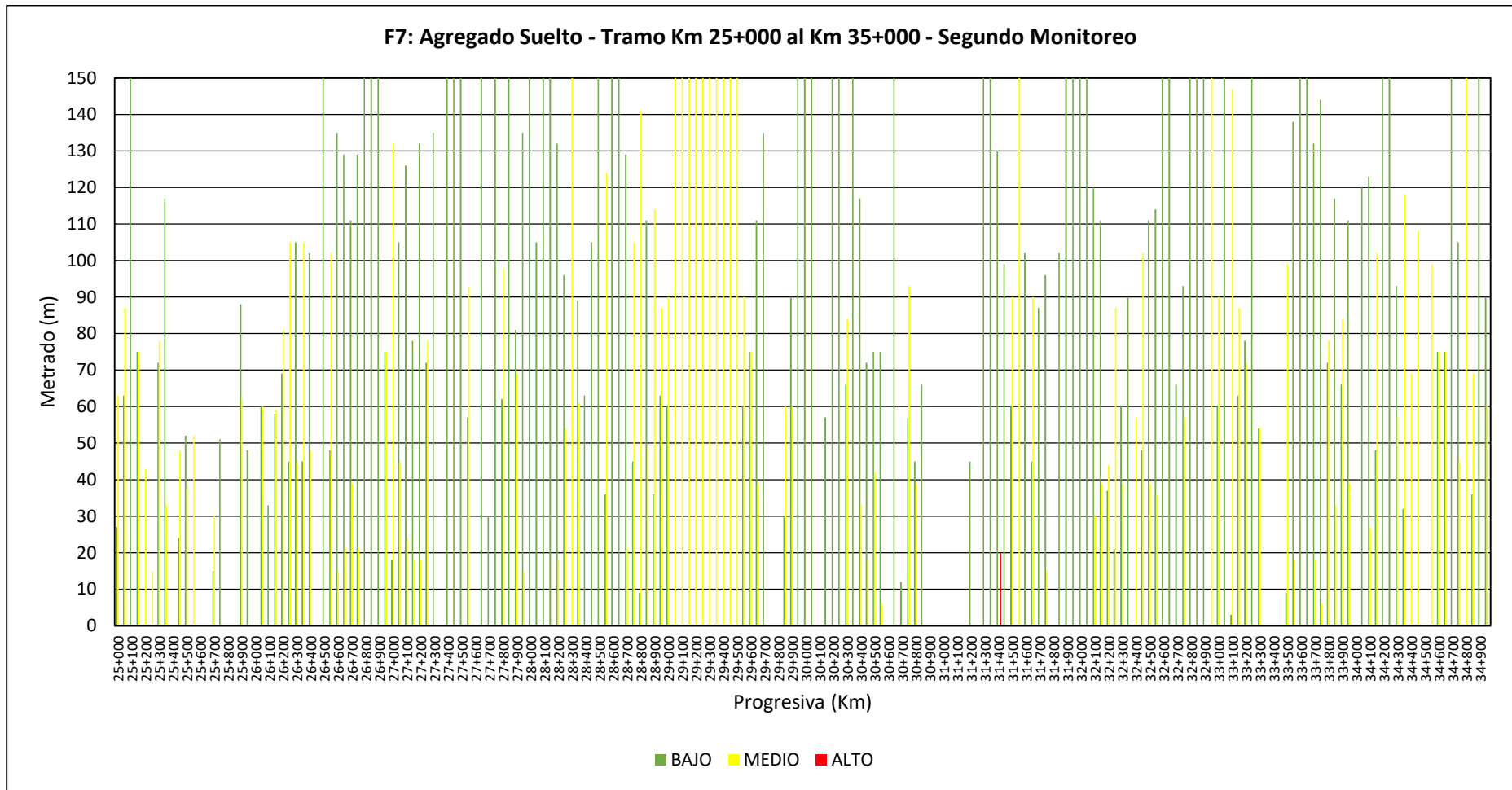


Figura 46: Distribución de la falla agregado suelto en el tramo Km 25+000 al Km 35+000 (2° M.)

Fuente: Propia

3.6.2.2. Índice de Condición del C.N.P. (URCI)

Tabla 41: URCI (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

TRAMO: Km 5+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
1	M1	200	05+000	05+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
2	M2	200	05+050	05+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
3	M3	200	05+100	05+150	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
4	M4	200	05+150	05+200	35.94	2.00	73.50	MUY BUENO
5	M5	200	05+200	05+250	28.11	2.00	79.30	MUY BUENO
6	M6	200	05+250	05+300	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
7	M7	200	05+300	05+350	36.16	2.00	73.30	MUY BUENO
8	M8	200	05+350	05+400	52.41	1.00	47.60	REGULAR
9	M9	200	05+400	05+450	35.03	2.00	74.20	MUY BUENO
10	M10	200	05+450	05+500	25.08	1.00	74.90	MUY BUENO
11	M11	200	05+500	05+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
12	M12	200	05+550	05+600	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
13	M13	200	05+600	05+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
14	M14	200	05+650	05+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
15	M15	200	05+700	05+750	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
16	M16	200	05+750	05+800	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
17	M17	200	05+800	05+850	30.62	2.00	77.40	MUY BUENO
18	M18	200	05+850	05+900	28.11	2.00	79.30	MUY BUENO
19	M19	200	05+900	05+950	32.64	2.00	75.90	MUY BUENO
20	M20	200	05+950	06+000	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
21	M21	200	06+000	06+050	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
22	M22	200	06+050	06+100	10.58	1.00	89.40	EXCELENTE
23	M23	200	06+100	06+150	35.67	2.00	73.70	MUY BUENO
24	M24	200	06+150	06+200	16.93	1.00	83.10	MUY BUENO
25	M25	200	06+200	06+250	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
26	M26	200	06+250	06+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
27	M27	200	06+300	06+350	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
28	M28	200	06+350	06+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
29	M29	200	06+400	06+450	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
30	M30	200	06+450	06+500	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
31	M31	200	06+500	06+550	32.31	1.00	67.70	BUENO
32	M32	200	06+550	06+600	22.73	1.00	77.30	MUY BUENO
33	M33	200	06+600	06+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
34	M34	200	06+650	06+700	36.02	2.00	73.40	MUY BUENO
35	M35	200	06+700	06+750	32.02	2.00	76.40	MUY BUENO
36	M36	200	06+750	06+800	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
37	M37	200	06+800	06+850	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
38	M38	200	06+850	06+900	36.46	2.00	73.10	MUY BUENO
39	M39	200	06+900	06+950	34.79	2.00	74.30	MUY BUENO
40	M40	200	06+950	07+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
41	M41	200	07+000	07+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
42	M42	200	07+050	07+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
43	M43	200	07+100	07+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
44	M44	200	07+150	07+200	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
45	M45	200	07+200	07+250	12.63	1.00	87.40	EXCELENTE
46	M46	200	07+250	07+300	11.13	1.00	88.90	EXCELENTE
47	M47	200	07+300	07+350	16.93	1.00	83.10	MUY BUENO
48	M48	200	07+350	07+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
49	M49	200	07+400	07+450	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
50	M50	200	07+450	07+500	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO

TRAMO: Km 5+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
51	M51	200	07+500	07+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
52	M52	200	07+550	07+600	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
53	M53	200	07+600	07+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
54	M54	200	07+650	07+700	16.93	1.00	83.10	MUY BUENO
55	M55	200	07+700	07+750	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
56	M56	200	07+750	07+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
57	M57	200	07+800	07+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
58	M58	200	07+850	07+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
59	M59	200	07+900	07+950	15.43	1.00	84.60	MUY BUENO
60	M60	200	07+950	08+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
61	M61	200	08+000	08+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
62	M62	200	08+050	08+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
63	M63	200	08+100	08+150	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
64	M64	200	08+150	08+200	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
65	M65	200	08+200	08+250	19.14	1.00	80.90	MUY BUENO
66	M66	200	08+250	08+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
67	M67	200	08+300	08+350	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
68	M68	200	08+350	08+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
69	M69	200	08+400	08+450	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
70	M70	200	08+450	08+500	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
71	M71	200	08+500	08+550	23.94	1.00	76.10	MUY BUENO
72	M72	200	08+550	08+600	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
73	M73	200	08+600	08+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
74	M74	200	08+650	08+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
75	M75	200	08+700	08+750	29.01	2.00	78.60	MUY BUENO
76	M76	200	08+750	08+800	29.84	2.00	78.00	MUY BUENO
77	M77	200	08+800	08+850	35.37	2.00	73.90	MUY BUENO
78	M78	200	08+850	08+900	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
79	M79	200	08+900	08+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
80	M80	200	08+950	09+000	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
81	M81	200	09+000	09+050	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
82	M82	200	09+050	09+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
83	M83	200	09+100	09+150	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
84	M84	200	09+150	09+200	52.41	1.00	47.60	REGULAR
85	M85	200	09+200	09+250	32.31	1.00	67.70	BUENO
86	M86	200	09+250	09+300	18.13	1.00	81.90	MUY BUENO
87	M87	200	09+300	09+350	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
88	M88	200	09+350	09+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
89	M89	200	09+400	09+450	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
90	M90	200	09+450	09+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
91	M91	200	09+500	09+550	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
92	M92	200	09+550	09+600	4.32	0.00	95.70	EXCELENTE
93	M93	200	09+600	09+650	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
94	M94	200	09+650	09+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
95	M95	200	09+700	09+750	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
96	M96	200	09+750	09+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
97	M97	200	09+800	09+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
98	M98	200	09+850	09+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
99	M99	200	09+900	09+950	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
100	M100	200	09+950	10+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE

TRAMO: Km 5+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
101	M101	200	10+000	10+050	4.40	0.00	95.60	EXCELENTE
102	M102	200	10+050	10+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
103	M103	200	10+100	10+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
104	M104	200	10+150	10+200	7.45	1.00	92.50	EXCELENTE
105	M105	200	10+200	10+250	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
106	M106	200	10+250	10+300	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
107	M107	200	10+300	10+350	34.95	2.00	74.20	MUY BUENO
108	M108	200	10+350	10+400	35.94	2.00	73.50	MUY BUENO
109	M109	200	10+400	10+450	36.75	2.00	72.90	MUY BUENO
110	M110	200	10+450	10+500	34.95	2.00	74.20	MUY BUENO
111	M111	200	10+500	10+550	36.71	2.00	72.90	MUY BUENO
112	M112	200	10+550	10+600	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
113	M113	200	10+600	10+650	32.31	1.00	67.70	BUENO
114	M114	200	10+650	10+700	28.11	2.00	79.30	MUY BUENO
115	M115	200	10+700	10+750	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
116	M116	200	10+750	10+800	35.03	2.00	74.20	MUY BUENO
117	M117	200	10+800	10+850	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
118	M118	200	10+850	10+900	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
119	M119	200	10+900	10+950	13.94	1.00	86.10	EXCELENTE
120	M120	200	10+950	11+000	15.76	1.00	84.20	MUY BUENO
121	M121	200	11+000	11+050	33.21	2.00	75.50	MUY BUENO
122	M122	200	11+050	11+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
123	M123	200	11+100	11+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
124	M124	200	11+150	11+200	14.72	1.00	85.30	EXCELENTE
125	M125	200	11+200	11+250	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
126	M126	200	11+250	11+300	20.05	1.00	80.00	MUY BUENO
127	M127	200	11+300	11+350	29.84	2.00	78.00	MUY BUENO
128	M128	200	11+350	11+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
129	M129	200	11+400	11+450	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
130	M130	200	11+450	11+500	36.49	2.00	73.10	MUY BUENO
131	M131	200	11+500	11+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
132	M132	200	11+550	11+600	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
133	M133	200	11+600	11+650	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
134	M134	200	11+650	11+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
135	M135	200	11+700	11+750	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
136	M136	200	11+750	11+800	0.00	0.00	0.00	NO MUESTRA
137	M137	200	11+800	11+850	0.00	0.00	0.00	NO MUESTRA
138	M138	200	11+850	11+900	0.00	0.00	0.00	NO MUESTRA
139	M139	200	11+900	11+950	0.00	0.00	0.00	NO MUESTRA
140	M140	200	11+950	12+000	0.00	0.00	0.00	NO MUESTRA
141	M141	200	12+000	12+050	35.94	2.00	73.50	MUY BUENO
142	M142	200	12+050	12+100	34.17	2.00	74.80	MUY BUENO
143	M143	200	12+100	12+150	32.31	1.00	67.70	BUENO
144	M144	200	12+150	12+200	32.31	1.00	67.70	BUENO
145	M145	200	12+200	12+250	25.64	1.00	74.40	MUY BUENO
146	M146	200	12+250	12+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
147	M147	200	12+300	12+350	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
148	M148	200	12+350	12+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
149	M149	200	12+400	12+450	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
150	M150	200	12+450	12+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE

TRAMO: Km 5+000 - 15+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
151	M151	200	12+500	12+550	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
152	M152	200	12+550	12+600	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
153	M153	200	12+600	12+650	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
154	M154	200	12+650	12+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
155	M155	200	12+700	12+750	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
156	M156	200	12+750	12+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
157	M157	200	12+800	12+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
158	M158	200	12+850	12+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
159	M159	200	12+900	12+950	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
160	M160	200	12+950	13+000	26.01	1.00	74.00	MUY BUENO
161	M161	200	13+000	13+050	25.62	1.00	74.40	MUY BUENO
162	M162	200	13+050	13+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
163	M163	200	13+100	13+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
164	M164	200	13+150	13+200	13.53	1.00	86.50	EXCELENTE
165	M165	200	13+200	13+250	26.15	2.00	80.80	MUY BUENO
166	M166	200	13+250	13+300	22.73	1.00	77.30	MUY BUENO
167	M167	200	13+300	13+350	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
168	M168	200	13+350	13+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
169	M169	200	13+400	13+450	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
170	M170	200	13+450	13+500	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
171	M171	200	13+500	13+550	32.80	1.00	67.20	BUENO
172	M172	200	13+550	13+600	27.16	2.00	80.00	MUY BUENO
173	M173	200	13+600	13+650	36.18	2.00	73.30	MUY BUENO
174	M174	200	13+650	13+700	32.80	1.00	67.20	BUENO
175	M175	200	13+700	13+750	33.08	1.00	66.90	BUENO
176	M176	200	13+750	13+800	37.76	3.00	77.00	MUY BUENO
177	M177	200	13+800	13+850	50.63	2.00	62.80	BUENO
178	M178	200	13+850	13+900	32.64	2.00	75.90	MUY BUENO
179	M179	200	13+900	13+950	16.37	2.00	77.10	MUY BUENO
180	M180	200	13+950	14+000	29.74	2.00	78.10	MUY BUENO
181	M181	200	14+000	14+050	37.65	3.00	77.10	MUY BUENO
182	M182	200	14+050	14+100	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
183	M183	200	14+100	14+150	50.46	2.00	62.90	BUENO
184	M184	200	14+150	14+200	36.34	2.00	73.20	MUY BUENO
185	M185	200	14+200	14+250	38.57	1.00	61.40	BUENO
186	M186	200	14+250	14+300	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
187	M187	200	14+300	14+350	47.00	2.00	65.40	BUENO
188	M188	200	14+350	14+400	45.44	3.00	71.52	MUY BUENO
189	M189	200	14+400	14+450	47.00	2.00	65.40	BUENO
190	M190	200	14+450	14+500	47.00	2.00	65.40	BUENO
191	M191	200	14+500	14+550	32.31	1.00	67.70	BUENO
192	M192	200	14+550	14+600	36.71	2.00	72.90	MUY BUENO
193	M193	200	14+600	14+650	36.57	2.00	73.00	MUY BUENO
194	M194	200	14+650	14+700	32.31	1.00	67.70	BUENO
195	M195	200	14+700	14+750	32.31	1.00	67.70	BUENO
196	M196	200	14+750	14+800	32.31	1.00	67.70	BUENO
197	M197	200	14+800	14+850	32.31	1.00	67.70	BUENO
198	M198	200	14+850	14+900	34.95	2.00	74.20	MUY BUENO
199	M199	200	14+900	14+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
200	M200	200	14+950	15+000	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
PROMEDIO							82.16	MUY BUENO

Fuente: Propia

Tabla 42: URCI (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
1	M1	200	25+000	25+050	29.42	2.00	78.30	MUY BUENO
2	M2	200	25+050	25+100	39.18	2.00	70.10	MUY BUENO
3	M3	200	25+100	25+150	26.70	2.00	80.40	MUY BUENO
4	M4	200	25+150	25+200	41.11	2.00	69.70	BUENO
5	M5	200	25+200	25+250	29.89	2.00	78.00	MUY BUENO
6	M6	200	25+250	25+300	7.11	1.00	92.90	EXCELENTE
7	M7	200	25+300	25+350	36.74	2.00	72.90	MUY BUENO
8	M8	200	25+350	25+400	32.02	2.00	76.40	MUY BUENO
9	M9	200	25+400	25+450	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
10	M10	200	25+450	25+500	23.47	2.00	82.80	MUY BUENO
11	M11	200	25+500	25+550	26.73	2.00	80.30	MUY BUENO
12	M12	200	25+550	25+600	17.55	1.00	82.50	MUY BUENO
13	M13	200	25+600	25+650	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
14	M14	200	25+650	25+700	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
15	M15	200	25+700	25+750	16.65	1.00	83.40	MUY BUENO
16	M16	200	25+750	25+800	12.15	1.00	87.80	EXCELENTE
17	M17	200	25+800	25+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
18	M18	200	25+850	25+900	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
19	M19	200	25+900	25+950	36.09	2.00	73.40	MUY BUENO
20	M20	200	25+950	26+000	11.65	1.00	88.30	EXCELENTE
21	M21	200	26+000	26+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
22	M22	200	26+050	26+100	32.54	2.00	76.00	MUY BUENO
23	M23	200	26+100	26+150	8.78	1.00	91.20	EXCELENTE
24	M24	200	26+150	26+200	32.08	2.00	76.40	MUY BUENO
25	M25	200	26+200	26+250	36.76	2.00	72.90	MUY BUENO
26	M26	200	26+250	26+300	41.04	3.00	74.64	MUY BUENO
27	M27	200	26+300	26+350	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
28	M28	200	26+350	26+400	36.02	2.00	73.40	MUY BUENO
29	M29	200	26+400	26+450	34.64	2.00	74.40	MUY BUENO
30	M30	200	26+450	26+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
31	M31	200	26+500	26+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
32	M32	200	26+550	26+600	37.87	2.00	72.06	MUY BUENO
33	M33	200	26+600	26+650	27.16	2.00	80.00	MUY BUENO
34	M34	200	26+650	26+700	29.01	2.00	78.60	MUY BUENO
35	M35	200	26+700	26+750	33.21	2.00	75.50	MUY BUENO
36	M36	200	26+750	26+800	29.01	2.00	78.60	MUY BUENO
37	M37	200	26+800	26+850	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
38	M38	200	26+850	26+900	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
39	M39	200	26+900	26+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
40	M40	200	26+950	27+000	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
41	M41	200	27+000	27+050	42.59	3.00	73.50	MUY BUENO
42	M42	200	27+050	27+100	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
43	M43	200	27+100	27+150	29.84	2.00	78.00	MUY BUENO
44	M44	200	27+150	27+200	24.00	2.00	82.40	MUY BUENO
45	M45	200	27+200	27+250	32.51	2.00	76.00	MUY BUENO
46	M46	200	27+250	27+300	45.18	3.00	71.70	MUY BUENO
47	M47	200	27+300	27+350	20.05	1.00	80.00	MUY BUENO
48	M48	200	27+350	27+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
49	M49	200	27+400	27+450	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
50	M50	200	27+450	27+500	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
51	M51	200	27+500	27+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
52	M52	200	27+550	27+600	40.99	2.00	69.78	BUENO
53	M53	200	27+600	27+650	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
54	M54	200	27+650	27+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
55	M55	200	27+700	27+750	8.13	1.00	91.90	EXCELENTE
56	M56	200	27+750	27+800	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
57	M57	200	27+800	27+850	37.87	2.00	72.10	MUY BUENO
58	M58	200	27+850	27+900	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
59	M59	200	27+900	27+950	36.49	2.00	73.10	MUY BUENO
60	M60	200	27+950	28+000	27.16	2.00	80.00	MUY BUENO
61	M61	200	28+000	28+050	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
62	M62	200	28+050	28+100	18.13	1.00	81.90	MUY BUENO
63	M63	200	28+100	28+150	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
64	M64	200	28+150	28+200	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
65	M65	200	28+200	28+250	28.11	2.00	79.30	MUY BUENO
66	M66	200	28+250	28+300	35.37	2.00	73.90	MUY BUENO
67	M67	200	28+300	28+350	32.31	1.00	67.70	BUENO
68	M68	200	28+350	28+400	36.02	2.00	73.40	MUY BUENO
69	M69	200	28+400	28+450	13.94	1.00	86.10	EXCELENTE
70	M70	200	28+450	28+500	18.13	1.00	81.90	MUY BUENO
71	M71	200	28+500	28+550	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
72	M72	200	28+550	28+600	36.81	2.00	72.90	MUY BUENO
73	M73	200	28+600	28+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
74	M74	200	28+650	28+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
75	M75	200	28+700	28+750	29.01	2.00	78.60	MUY BUENO
76	M76	200	28+750	28+800	36.02	2.00	73.40	MUY BUENO
77	M77	200	28+800	28+850	33.08	1.00	66.90	BUENO
78	M78	200	28+850	28+900	35.49	2.00	73.80	MUY BUENO
79	M79	200	28+900	28+950	35.42	2.00	73.90	MUY BUENO
80	M80	200	28+950	29+000	36.71	2.00	72.90	MUY BUENO
81	M81	200	29+000	29+050	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
82	M82	200	29+050	29+100	32.31	1.00	67.70	BUENO
83	M83	200	29+100	29+150	32.31	1.00	67.70	BUENO
84	M84	200	29+150	29+200	32.31	1.00	67.70	BUENO
85	M85	200	29+200	29+250	32.31	1.00	67.67	BUENO
86	M86	200	29+250	29+300	32.31	1.00	67.70	BUENO
87	M87	200	29+300	29+350	32.31	1.00	67.70	BUENO
88	M88	200	29+350	29+400	32.31	1.00	67.70	BUENO
89	M89	200	29+400	29+450	32.31	1.00	67.70	BUENO
90	M90	200	29+450	29+500	32.31	1.00	67.70	BUENO
91	M91	200	29+500	29+550	32.31	1.00	67.70	BUENO
92	M92	200	29+550	29+600	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
93	M93	200	29+600	29+650	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
94	M94	200	29+650	29+700	33.21	2.00	75.50	MUY BUENO
95	M95	200	29+700	29+750	20.05	1.00	80.00	MUY BUENO
96	M96	200	29+750	29+800	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
97	M97	200	29+800	29+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
98	M98	200	29+850	29+900	27.14	2.00	80.00	MUY BUENO
99	M99	200	29+900	29+950	35.94	2.00	73.50	MUY BUENO
100	M100	200	29+950	30+000	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
101	M101	200	30+000	30+050	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
102	M102	200	30+050	30+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
103	M103	200	30+100	30+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
104	M104	200	30+150	30+200	13.09	1.00	86.90	EXCELENTE
105	M105	200	30+200	30+250	24.04	1.00	76.00	MUY BUENO
106	M106	200	30+250	30+300	26.70	2.00	80.40	MUY BUENO
107	M107	200	30+300	30+350	36.75	2.00	72.90	MUY BUENO
108	M108	200	30+350	30+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
109	M109	200	30+400	30+450	32.02	2.00	76.40	MUY BUENO
110	M110	200	30+450	30+500	23.32	2.00	82.90	MUY BUENO
111	M111	200	30+500	30+550	35.24	2.00	74.00	MUY BUENO
112	M112	200	30+550	30+600	18.78	1.00	81.20	MUY BUENO
113	M113	200	30+600	30+650	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
114	M114	200	30+650	30+700	26.70	2.00	80.40	MUY BUENO
115	M115	200	30+700	30+750	3.60	0.00	96.40	EXCELENTE
116	M116	200	30+750	30+800	36.57	2.00	73.00	MUY BUENO
117	M117	200	30+800	30+850	25.79	2.00	81.00	MUY BUENO
118	M118	200	30+850	30+900	14.34	1.00	85.70	EXCELENTE
119	M119	200	30+900	30+950	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
120	M120	200	30+950	31+000	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
121	M121	200	31+000	31+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
122	M122	200	31+050	31+100	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
123	M123	200	31+100	31+150	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
124	M124	200	31+150	31+200	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
125	M125	200	31+200	31+250	11.13	1.00	88.90	EXCELENTE
126	M126	200	31+250	31+300	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
127	M127	200	31+300	31+350	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
128	M128	200	31+350	31+400	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
129	M129	200	31+400	31+450	32.63	2.00	75.90	MUY BUENO
130	M130	200	31+450	31+500	17.68	1.00	82.30	MUY BUENO
131	M131	200	31+500	31+550	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
132	M132	200	31+550	31+600	32.31	1.00	67.70	BUENO
133	M133	200	31+600	31+650	17.91	1.00	82.10	MUY BUENO
134	M134	200	31+650	31+700	34.26	2.00	74.70	MUY BUENO
135	M135	200	31+700	31+750	16.66	1.00	83.30	MUY BUENO
136	M136	200	31+750	31+800	24.55	2.00	82.00	MUY BUENO
137	M137	200	31+800	31+850	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
138	M138	200	31+850	31+900	17.91	1.00	82.10	MUY BUENO
139	M139	200	31+900	31+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
140	M140	200	31+950	32+000	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
141	M141	200	32+000	32+050	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
142	M142	200	32+050	32+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
143	M143	200	32+100	32+150	31.35	2.00	76.90	MUY BUENO
144	M144	200	32+150	32+200	33.21	2.00	75.50	MUY BUENO
145	M145	200	32+200	32+250	25.47	2.00	81.30	MUY BUENO
146	M146	200	32+250	32+300	28.77	2.00	78.80	MUY BUENO
147	M147	200	32+300	32+350	28.19	2.00	79.20	MUY BUENO
148	M148	200	32+350	32+400	16.93	1.00	83.10	MUY BUENO
149	M149	200	32+400	32+450	18.48	1.00	81.50	MUY BUENO
150	M150	200	32+450	32+500	36.18	2.00	73.30	MUY BUENO

TRAMO: Km 25+000 - 35+000 - CALZADA/CARRIL ÚNICO								
N°	UNIDAD DE MUESTRA	ÁREA (m2)	PROGRESIVA		TDV	q	URCI	CLASIFICACIÓN
			Km INICIAL	Km FINAL				
151	M151	200	32+500	32+550	33.21	2.00	75.50	MUY BUENO
152	M152	200	32+550	32+600	32.64	2.00	75.90	MUY BUENO
153	M153	200	32+600	32+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
154	M154	200	32+650	32+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
155	M155	200	32+700	32+750	14.34	1.00	85.70	EXCELENTE
156	M156	200	32+750	32+800	35.67	2.00	73.70	MUY BUENO
157	M157	200	32+800	32+850	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
158	M158	200	32+850	32+900	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
159	M159	200	32+900	32+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
160	M160	200	32+950	33+000	32.31	1.00	67.70	BUENO
161	M161	200	33+000	33+050	36.66	2.00	73.00	MUY BUENO
162	M162	200	33+050	33+100	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
163	M163	200	33+100	33+150	32.52	1.00	67.50	BUENO
164	M164	200	33+150	33+200	36.71	2.00	72.90	MUY BUENO
165	M165	200	33+200	33+250	36.61	2.00	73.00	MUY BUENO
166	M166	200	33+250	33+300	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
167	M167	200	33+300	33+350	30.56	2.00	77.50	MUY BUENO
168	M168	200	33+350	33+400	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
169	M169	200	33+400	33+450	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
170	M170	200	33+450	33+500	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
171	M171	200	33+500	33+550	26.92	1.00	73.10	MUY BUENO
172	M172	200	33+550	33+600	28.47	2.00	79.00	MUY BUENO
173	M173	200	33+600	33+650	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
174	M174	200	33+650	33+700	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
175	M175	200	33+700	33+750	28.11	2.00	79.30	MUY BUENO
176	M176	200	33+750	33+800	23.94	1.00	76.10	MUY BUENO
177	M177	200	33+800	33+850	36.74	2.00	72.90	MUY BUENO
178	M178	200	33+850	33+900	32.02	2.00	76.40	MUY BUENO
179	M179	200	33+900	33+950	38.46	2.00	71.60	MUY BUENO
180	M180	200	33+950	34+000	34.92	2.00	74.24	MUY BUENO
181	M181	200	34+000	34+050	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
182	M182	200	34+050	34+100	19.14	1.00	80.90	MUY BUENO
183	M183	200	34+100	34+150	33.70	2.00	75.10	MUY BUENO
184	M184	200	34+150	34+200	39.26	2.00	71.05	MUY BUENO
185	M185	200	34+200	34+250	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
186	M186	200	34+250	34+300	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
187	M187	200	34+300	34+350	35.67	2.00	73.70	MUY BUENO
188	M188	200	34+350	34+400	35.11	2.00	74.10	MUY BUENO
189	M189	200	34+400	34+450	36.49	2.00	73.10	MUY BUENO
190	M190	200	34+450	34+500	35.83	2.00	73.60	MUY BUENO
191	M191	200	34+500	34+550	0.00	0.00	100.00	EXCELENTE
192	M192	200	34+550	34+600	24.18	1.00	75.80	MUY BUENO
193	M193	200	34+600	34+650	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
194	M194	200	34+650	34+700	36.69	2.00	72.90	MUY BUENO
195	M195	200	34+700	34+750	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
196	M196	200	34+750	34+800	34.21	2.00	74.80	MUY BUENO
197	M197	200	34+800	34+850	32.31	1.00	67.70	BUENO
198	M198	200	34+850	34+900	29.83	2.00	78.00	MUY BUENO
199	M199	200	34+900	34+950	20.96	1.00	79.00	MUY BUENO
200	M200	200	34+950	35+000	35.94	2.00	73.50	MUY BUENO
PROMEDIO							79.93	MUY BUENO

Fuente: Propia

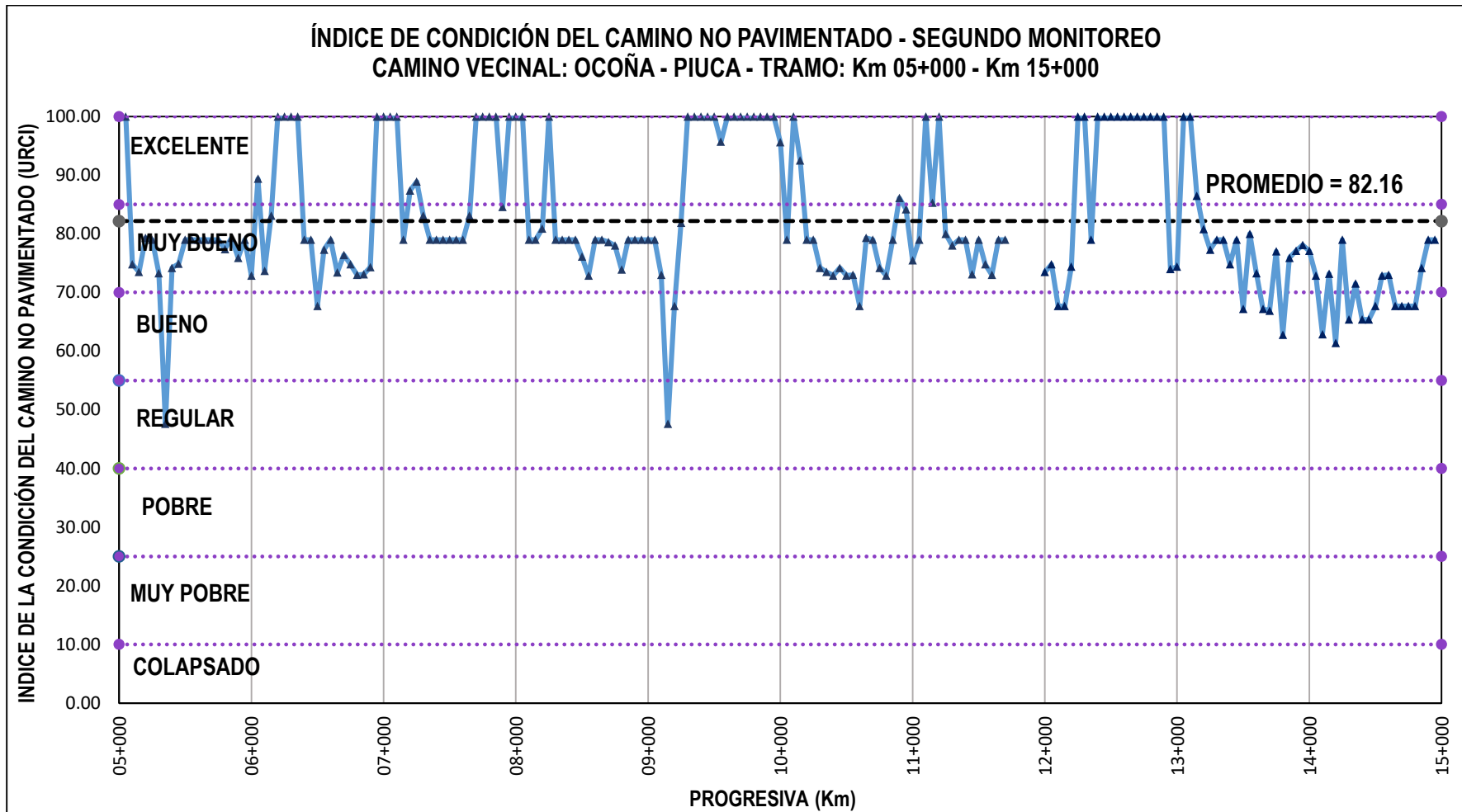


Figura 47: Perfil del URCI en el tramo Km 05+000 al Km 15+000 (2° M.)

Fuente: Propia

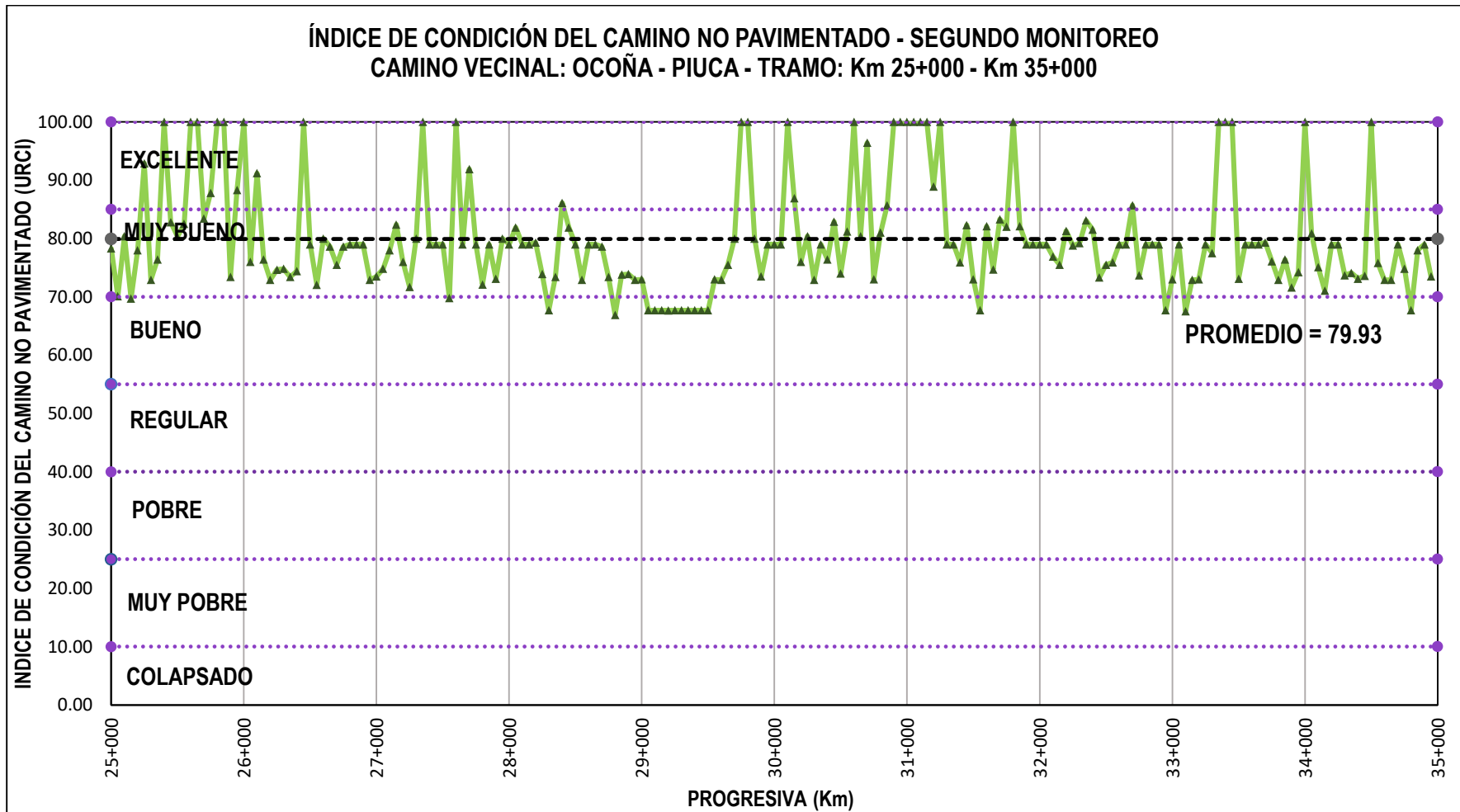


Figura 48: Perfil del URCI en el tramo Km 25+000 al Km 35+000 (2° M.)

Fuente: Propia

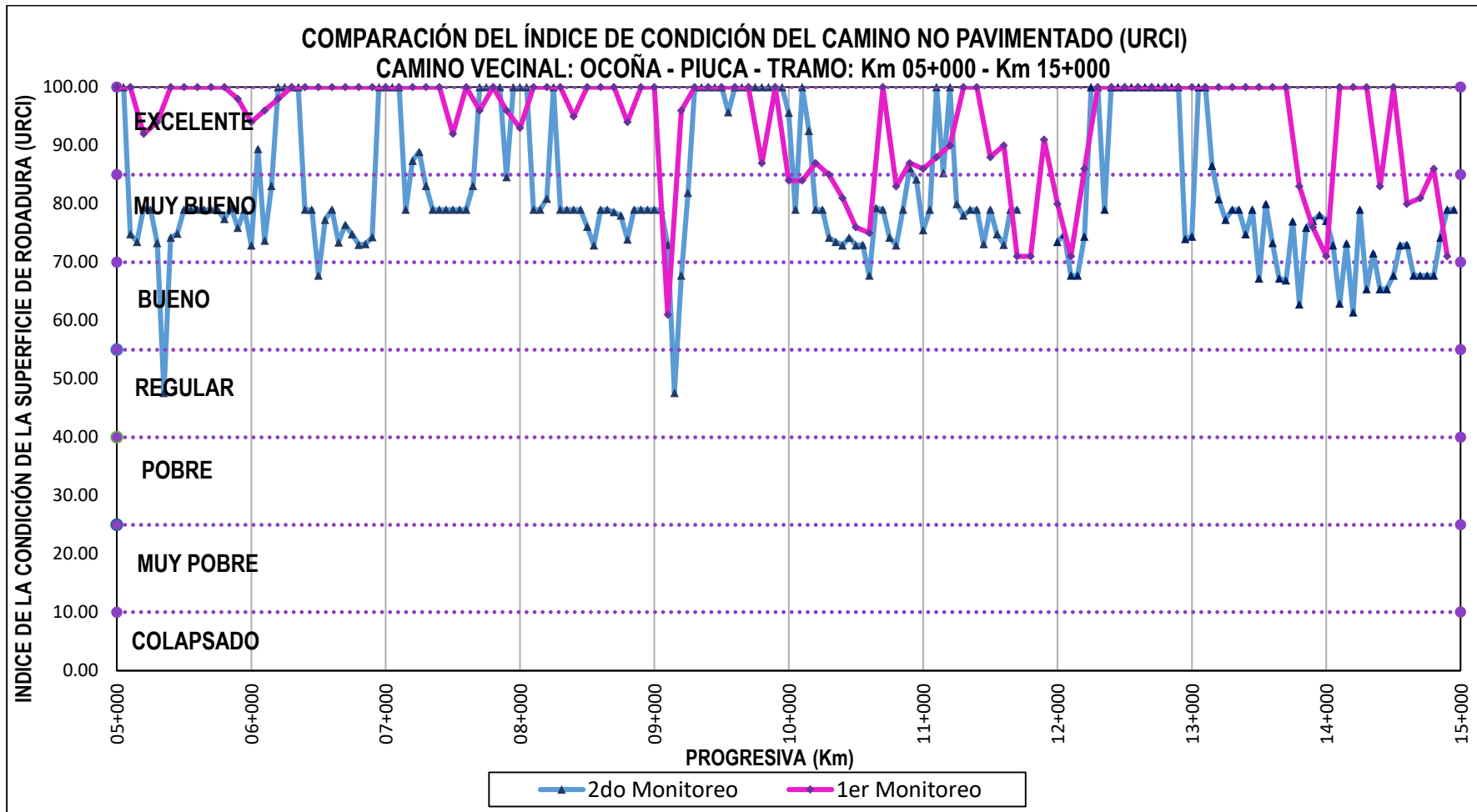


Figura 49: Comparación de la condición superficial – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

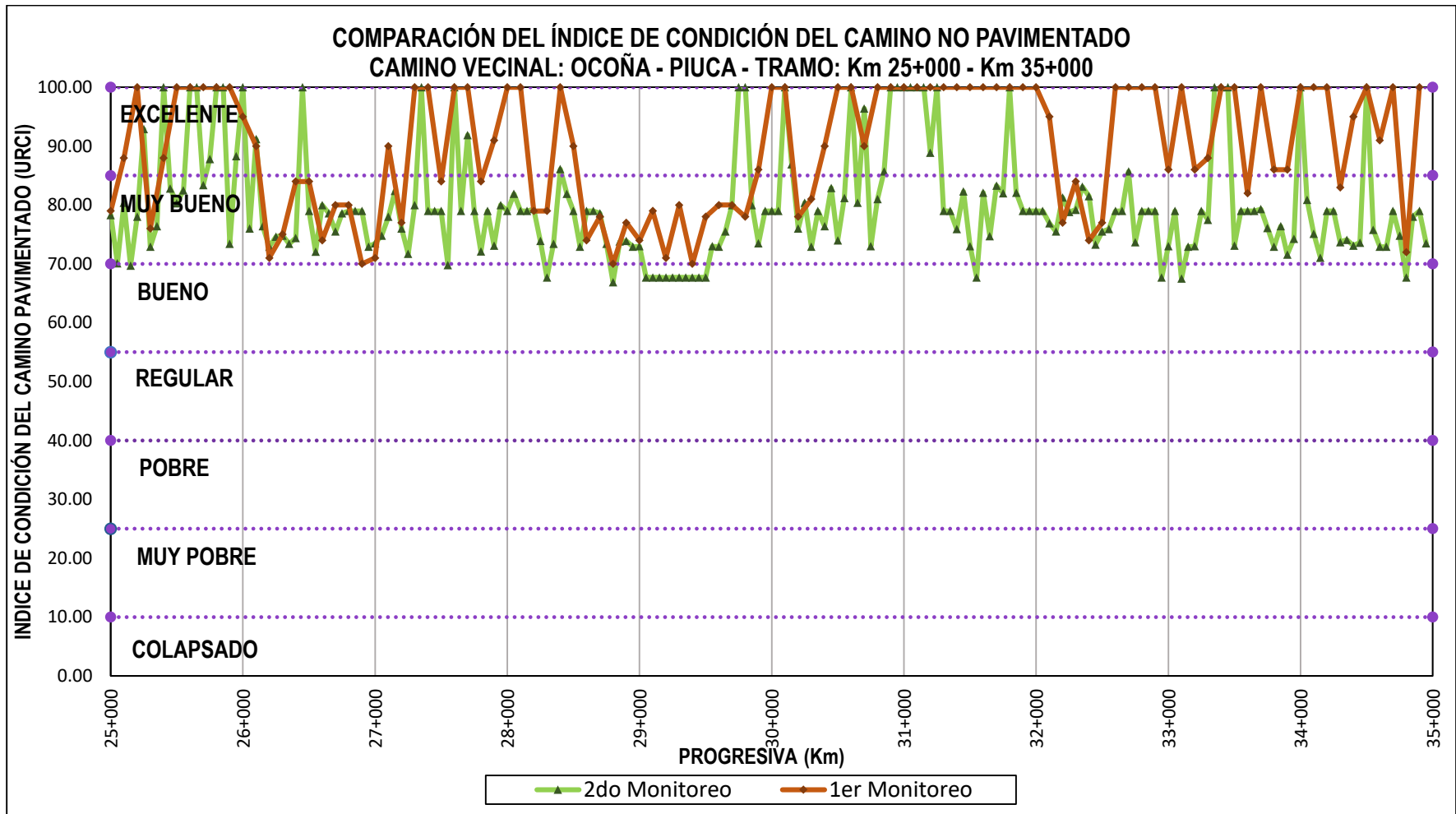


Figura 50: Comparación de la condición superficial – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

3.6.2.3. Condición del camino no pavimentado

Una vez obtenido el URCI de las unidades de muestra, se determina la condición superficial de cada una de éstas.

a) URCI por kilómetro

En la Tabla 43, se observa la condición de la superficie de rodadura del camino en estudio por cada kilómetro.

- Los tramos 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 20 se encuentran en estado muy bueno.
- Y los tramos 3, 5, 8 y 17 se encuentran en estado excelente.

Tabla 43: URCI por kilómetro y clasificación (2° M.)

Segundo Monitoreo - Resumen URCI por Kilómetro				
N°	Km Inicial	Km Final	URCI	Clasificación
1	05+000	06+000	78.11	MUY BUENO
2	06+000	07+000	82.31	MUY BUENO
3	07+000	08+000	89.01	EXCELENTE
4	08+000	09+000	81.47	MUY BUENO
5	09+000	10+000	91.20	EXCELENTE
6	10+000	11+000	79.41	MUY BUENO
7	11+000	12+000	81.18	MUY BUENO
8	12+000	13+000	90.56	EXCELENTE
9	13+000	14+000	77.82	MUY BUENO
10	14+000	15+000	70.54	MUY BUENO
11	25+000	26+000	84.86	MUY BUENO
12	26+000	27+000	79.37	MUY BUENO
13	27+000	28+000	79.86	MUY BUENO
14	28+000	29+000	76.53	MUY BUENO
15	29+000	30+000	74.19	MUY BUENO
16	30+000	31+000	84.21	MUY BUENO
17	31+000	32+000	85.40	EXCELENTE
18	32+000	33+000	78.06	MUY BUENO
19	33+000	34+000	79.127	MUY BUENO
20	34+000	35+000	77.66	MUY BUENO

Fuente: Propia

b) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 44, se presentan los porcentajes obtenidos por cada tipo de clasificación de la superficie de rodadura en el tramo Km 05+000 al Km 15+000.

Tabla 44: Porcentajes del URCI (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes URCI - Tramo Km 05+000 al Km 15+000			
CLASIFICACIÓN URCI	UNIDADES DE MUESTRA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
TOTAL EXCELENTE	58	2900	29.74%
TOTAL MUY BUENO	116	5800	59.49%
TOTAL BUENO	19	950	9.74%
TOTAL REGULAR	2	100	1.03%
TOTAL POBRE	0	0	0.00%
TOTAL MUY POBRE	0	0	0.00%
TOTAL COLAPSADO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

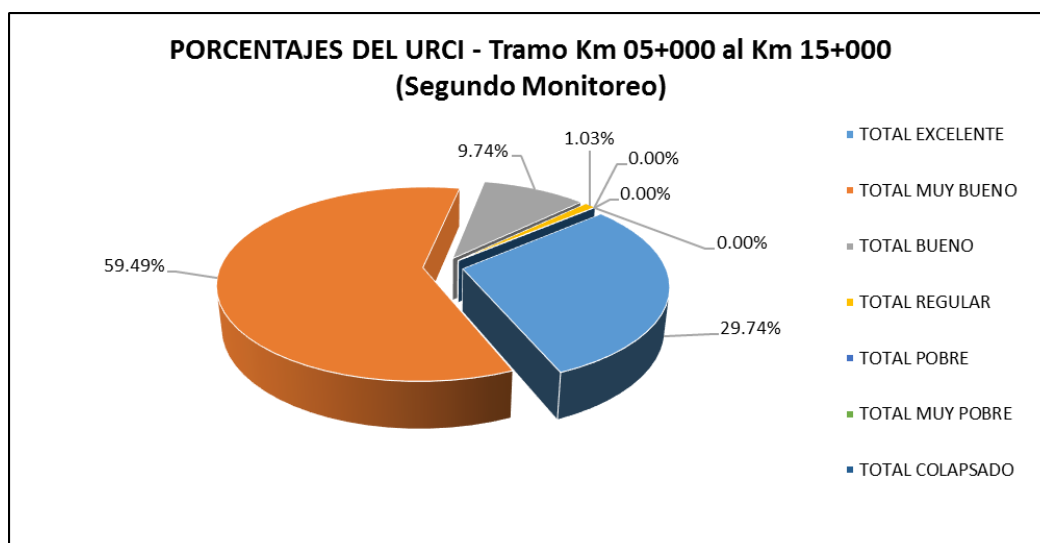


Figura 51: Porcentajes del URCI (2° M.) – tramo Km 05+000 al Km 15+000

Fuente: Propia

En la Figura 51 se muestra el resumen de la clasificación por porcentajes del tramo Km 05+000 al Km 15+000, se observa que el 29.74% de las unidades de muestra se encuentran en condición excelente, el 59.49 % en condición muy bueno, 9.74 % en condición bueno y 1.03 % en condición regular.

c) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 45, se presentan los porcentajes obtenidos por cada tipo de clasificación de la superficie de rodadura en el tramo Km 25+000 al Km 35+000.

Tabla 45: Porcentajes del URCI (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Segundo Monitoreo - Porcentajes URCI - Tramo Km 25+000 al Km 35+000			
CLASIFICACIÓN URCI	UNIDADES DE MUESTRA	LONGITUD (m)	PORCENTAJE (%)
TOTAL EXCELENTE	37	1850	18.50%
TOTAL MUY BUENO	145	7250	72.50%
TOTAL BUENO	18	900	9.00%
TOTAL REGULAR	0	0	0.00%
TOTAL POBRE	0	0	0.00%
TOTAL MUY POBRE	0	0	0.00%
TOTAL COLAPSADO	0	0	0.00%

Fuente: Propia

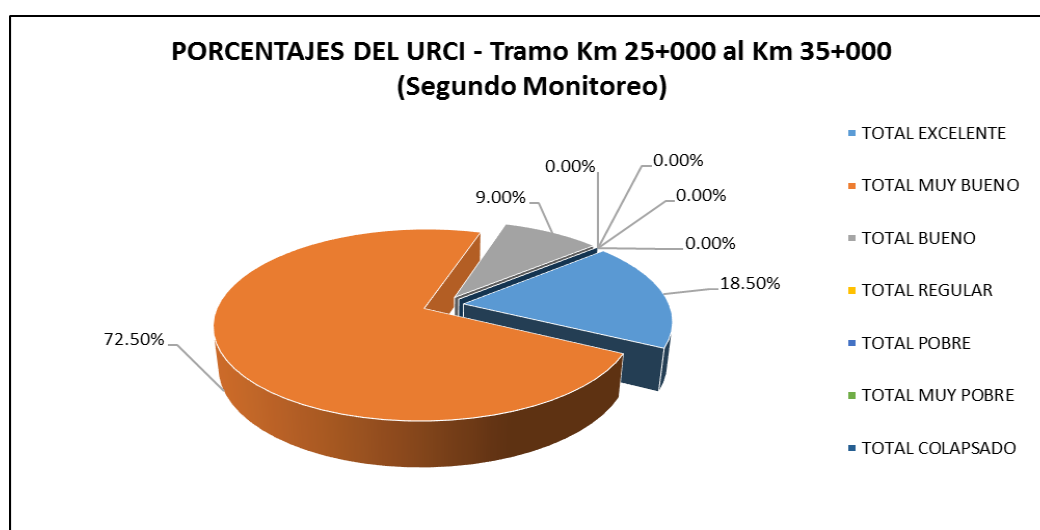


Figura 52: Porcentajes del URCI (2° M.) – tramo Km 25+000 al Km 35+000

Fuente: Propia

En la Figura 52 se muestra el resumen de la clasificación por porcentajes del tramo Km 25+000 al Km 35+000, se observa que el 18.50% de las unidades de muestra se encuentran en condición excelente, el 72.50 % en condición muy bueno y 9.00 % en condición bueno.

d) URCI promedio por sector

En la Tabla 46 se muestra el promedio del URCI por cada sector, para definir la condición que presenta la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado, y se obtiene que en general que la vía en estudio se encuentra en la clasificación muy bueno durante el periodo de mayo de 2016. Se observa que el URCI del tramo del Km 25+000 al Km 35+000 es menor, lo que indica que existe un mayor deterioro en ese tramo,

Tabla 46: URCI promedio por sector (2° M.)

SECTOR	URCI	CLASIFICACIÓN
Km 05+000 - Km 15+000	82.16	MUY BUENO
Km 25+000 – Km 35+000	79.93	MUY BUENO

Fuente: Propia

CAPITULO IV

DISCUSIÓN Y APLICACIÓN

4.1. Discusión

4.1.1. Interpretación

A continuación, se presenta la interpretación de los resultados del IRI, PSI y URCl de los sectores en evaluación, obtenidos en el Capítulo III, a fin de contrastar los resultados obtenidos con las hipótesis específicas.

4.1.1.1. Rugosidad

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 47 se presenta el resumen de los porcentajes del IRI, donde se observa que en el primer monitoreo, el 100% de los ensayos en la huella derecha se encontraron en estado bueno, mientras que en el segundo monitoreo, se detectó que el 16% pasó a estado regular. Asimismo, se visualiza que en el primer monitoreo, el 96% de los ensayos en la huella izquierda se encontraron en estado bueno, mientras que en el segundo monitoreo, el 12% pasó a estado regular y malo.

Tabla 47: Resumen de porcentajes del IRI - tramo Km 05+000 al Km 15+000

TRAMO KM 05+000 AL KM 15+000					
EVALUACIÓN (IRI)		PORCENTAJES (%)			
		BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
HUELLA DERECHA	1° MONITOREO	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	2° MONITOREO	84.00%	16.00%	0.00%	0.00%
VARIACIÓN		-16.00%	16.00%	0.00%	0.00%
HUELLA IZQUIERDA	1° MONITOREO	96.00%	4.00%	0.00%	0.00%
	2° MONITOREO	84.00%	12.00%	4.00%	0.00%
VARIACIÓN		-12.00%	8.00%	4.00%	0.00%

Fuente: Propia

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 48 se presenta el resumen de los porcentajes del IRI, donde se observa que en el primer monitoreo, el 100% de los ensayos en la huella

derecha se encontraron en estado bueno, mientras que en el segundo monitoreo, se detectó que el 12% pasó a estado regular. Asimismo, se visualiza que en el primer monitoreo, el 100% de los ensayos en la huella izquierda se encontraron en estado bueno, mientras que en el segundo monitoreo, el 20% pasó a estado regular y malo.

Tabla 48: Resumen de porcentajes del IRI - tramo Km 25+000 al Km 35+000

TRAMO KM 25+000 AL KM 35+000					
EVALUACIÓN (IRI)		PORCENTAJES (%)			
		BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
HUELLA DERECHA	1° MONITOREO	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	2° MONITOREO	88.00%	12.00%	0.00%	0.00%
VARIACIÓN		-12.00%	12.00%	0.00%	0.00%
HUELLA IZQUIERDA	1° MONITOREO	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	2° MONITOREO	80.00%	16.00%	4.00%	0.00%
VARIACIÓN		-20.00%	16.00%	4.00%	0.00%

Fuente: Propia

4.1.1.2. Serviciabilidad

De acuerdo a los resultados del PSI de los sectores en evaluación, se observó que el estado de la serviciabilidad pasó de bueno a regular, entre el primer y segundo monitoreo.

4.1.1.3. Condición superficial

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

En la Tabla 49 se presenta el resumen de los porcentajes del URCl, donde se puede apreciar que en el primer monitoreo, el 81% de las unidades de muestra se encontraron en la clasificación de excelente, mientras que en el segundo monitoreo, se detectó que el 51.26 % de estas unidades de muestra disminuyeron de clasificación a muy bueno, bueno o regular.

Tabla 49: Resumen de porcentajes del URCI - tramo Km 05+000 al Km 15+000

TRAMO KM 05+000 AL KM 15+000			
PORCENTAJES (%)	EVALUACIÓN (URCI)		
	1° MONITOREO	2° MONITOREO	VARIACIÓN
EXCELENTE	81.00%	29.74%	-51.26%
MUY BUENO	18.00%	59.49%	41.49%
BUENO	1.00%	9.74%	8.74%
REGULAR	0.00%	1.03%	1.03%
POBRE	0.00%	0.00%	0.00%
MUY POBRE	0.00%	0.00%	0.00%
COLAPSADO	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Propia

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la Tabla 50 se presenta el resumen de los porcentajes del URCI, donde se puede apreciar que en el primer monitoreo, el 62% de las unidades de muestra se encontraron en la clasificación de excelente, mientras que en el segundo monitoreo, se detectó que el 43.50 % de estas unidades de muestra disminuyeron de clasificación a muy bueno o bueno.

Tabla 50: Resumen de porcentajes del URCI - tramo Km 25+000 al Km 35+000

TRAMO KM 25+000 AL KM 35+000			
PORCENTAJES (%)	EVALUACIÓN (URCI)		
	1° MONITOREO	2° MONITOREO	VARIACIÓN
EXCELENTE	62.00%	18.50%	-43.50%
MUY BUENO	35.00%	72.50%	37.50%
BUENO	3.00%	9.00%	6.00%
REGULAR	0.00%	0.00%	0.00%
POBRE	0.00%	0.00%	0.00%
MUY POBRE	0.00%	0.00%	0.00%
COLAPSADO	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Propia

4.1.1.4. Análisis

Se analizan los factores que incidieron en la variación mencionada anteriormente, de acuerdo a las observaciones encontradas durante el segundo monitoreo, que se encuentran en el Anexo 7 y 8.

a) Tramo Km 05+000 al Km 15+000

Uno de los factores fue los trabajos de enrocado entre las progresivas 05+400 al 05+500, lo cual ha ocasionado el deterioro de la superficie de rodadura, como se observa en la Figura 53.



Figura 53: Tramo afectado por trabajos de enrocado

Fuente: Propia

Otro factor fue el derrumbe de material conglomerado de una cantera, en el tramo Km 11+730 al 12+000, como se observa en la Figura 54, lo que afectó parcialmente la infraestructura de la vía, esto impidió completar la recolección de datos para la determinación de la rugosidad, y la toma de unidades de muestra para determinar la condición superficial, siendo estas consideradas como no representativas.



Figura 54: Cantera de material conglomerado

Fuente: Propia

También se debe a la presencia de material arenoso en los cerros adyacentes a la vía en el tramo Km 13+000 al Km 13+200, como se observa en la Figura 55, lo cual perjudicó las propiedades del Cloruro de Magnesio Hexahidratado.



Figura 55: Sector arenoso

Fuente: Propia

Finalmente, en el tramo del Km 13+900 al Km 15+000, se observó una zona de caída de piedras, ya que dicha zona es de explotación de cantera, como se muestra en la Figura 56, causando que estas caigan violentamente a la vía, produciendo el desprendimiento de agregado del afirmado, en algunos casos se observó piedras grandes mayores a 2" incrustadas en la vía, como se puede observar en la Figura 57.



Figura 56: Zona de caída de piedras

Fuente: Propia



Figura 57: Roca incrustada en la vía

Fuente: Propia

b) Tramo Km 25+000 al Km 35+000

En la zona de influencia existe actividad minera, lo cual implica el tránsito de volquetes de alto tonelaje que transportan material sin ningún tipo de protección en la tolva y que caen a la vía, causando su deterioro, lo cual justifica los valores altos del URCI y del IRI obtenidos en tramos específicos, como se observa en la Figura 58.



Figura 58: Volquete trasladando material

Fuente: Propia

De acuerdo a la proyección del tráfico, no se tenía previsto el tránsito de vehículos tipo trayler, en todo el tramo del camino hasta el año 2021 (Ver Anexo 9), sin embargo, en mayo de 2016, se observó el paso de este tipo de vehículo, como se observa en la Figura 59, lo que infirió en el desarrollo de las fallas, tal y como se muestra en la Figura 60.



Figura 59: Trayler – mayo 2016

Fuente: Propia



Figura 60: Baches en km 25+100

Fuente: Propia

En el tramo Km 26+900 al Km 27+000, se presenci6 un sector de ca6da de rocas y acumulaci6n de arena, como se observa en la Figura 61 y Figura 62.



Figura 61: Sector de ca6da de piedras

Fuente: Propia



Figura 62: Sector con acumulación de arena

Fuente: Propia

Asimismo, se observó sectores con caída de piedras en el tramo Km 29+000 al Km 30+100, donde no se cuenta con algún tipo de protección.



Figura 63: Sector de caída de piedras

Fuente: Propia



Figura 64: Sector de caída de piedras

Fuente: Propia

En el tramo Km 31+300 al Km 32+200, se observó la inestabilidad de los taludes existentes a lo largo del camino vecinal, lo cual provocó el desplome del enrocado existente colocado por la comunidad, ocasionando la caída de piedras a la plataforma y acumulándose a lo largo del eje central de la vía, como se puede apreciar en la Figura 65.



Figura 65: Enrocado destruido por el material de talud inestable

Fuente: Propia

4.2. Aplicación

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede afirmar que en general el aditivo aplicado funcionó de manera eficiente, en términos de rugosidad, serviciabilidad y condición superficial, a excepción de algunos sectores donde se observó deterioros mayores, debido a la presencia de los factores externos descritos en el ítem 4.1.1.4., que afectaron la infraestructura de la vía.

Respecto al mantenimiento periódico del camino vecinal, se puede deducir que no se podrá cumplir con lo proyectado (a los 4 años), de igual forma por los factores externos mencionados, por lo cual, para futuros proyectos de características similares, deberán tomarse las medidas correctivas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del aditivo.

A largo plazo, resulta más viable técnica y económicamente el empleo del Cloruro de Magnesio Hexahidratado en comparación al Cloruro de Calcio, que es en la actualidad, el aditivo más usado en caminos (Ver Anexo 10).

CONCLUSIONES

- Primera:** Se determinó que el comportamiento de la superficie de rodadura con la aplicación del Cloruro de Magnesio Hexahidratado fue eficiente en un determinado tiempo, en términos de rugosidad, serviciabilidad y condición superficial, a excepción de algunos sectores, los cuales han sido denominados como sectores críticos, que fueron afectados por factores externos como la caída de piedras, derrumbes de material de cantera, presencia de material arenoso, etc.
- Segunda:** De acuerdo a la evaluación del IRI, referido a las desviaciones del camino, en el tramo Km 05+000 al Km 15+000, la rugosidad se conservó en estado bueno (IRI < 6.00) entre el primer y segundo monitoreo, según la escala del *World Bank Technical Paper N° 46*.
- Tercera:** Respecto al tramo Km 25+000 al Km 35+000, la rugosidad se conservó igualmente en estado bueno (IRI < 6.00), entre el primer y segundo monitoreo.
- Cuarta:** De acuerdo a la evaluación del PSI, referido a la seguridad y a la comodidad de conducir, la serviciabilidad de la vía estuvo en estado bueno ($3 < \text{PSI} < 4$) en el primer monitoreo y pasó a estado regular ($2 < \text{PSI} < 3$) en el segundo monitoreo, para ambos tramos, de acuerdo a la clasificación dada por la AASHTO
- Quinta:** De acuerdo a la evaluación del URCl, referido a las fallas de la superficie de rodadura, la condición superficial pasó de excelente ($85 < \text{URCl} < 100$) en los tramos evaluados, al estado de muy bueno ($70 < \text{URCl} < 85$).

RECOMENDACIONES

- Primera:** Para la realización de las evaluaciones funcionales, se recomienda tomar muestras no alteradas por factores externos, ya que los resultados obtenidos no corresponderían al comportamiento real de la superficie de rodadura. Por lo tanto, si se encuentra zonas alteradas, no se debe considerar dichas zonas en la medición de las desviaciones para el cálculo de la rugosidad, ni tomarlas como una unidad de muestra en el relevamiento de fallas.
- Segunda:** Se recomienda que para futuros proyectos se tenga en consideración la realización de un adecuado estudio tráfico, ya que en la experiencia se pudo observar que uno de los factores que influyó en el deterioro de la superficie de rodadura fue el paso de vehículos tipo trayler, los cuales no estaban considerados en la proyección del tráfico.
- Tercera:** Respecto al tramo Km 25+000 al Km 35+000, la rugosidad se conservó igualmente en estado bueno (IRI < 6.00), entre el primer y segundo monitoreo.
- Cuarta:** Como un futuro tema de investigación, se recomienda la “Estabilización de taludes de las colinas adyacentes al camino vecinal Ocoña – Piuca (Camaná – Arequipa)”, debido a que se observó que el desprendimiento de los taludes afectó el comportamiento de la vía.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ASTM Internacional (2002). ASTM E867-97 Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems. West Conshohocken, PA, USA.

Dujisin D, Arroyo A. (1995). Desarrollo de una Relación Índice de Serviciabilidad (p) – Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Comisión de Diseño y Evaluación de Pavimentos. Corporación de Desarrollo Técnico (CDT). Cámara Chilena de la Construcción. Santiago de Chile, Chile.

Mackie P, Nellthorp J, Laird J. (2005). *Low Volume Rural Roads. Transport Notes Series No. TRN 21. World Bank, Washington, D.C.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima, Perú.

Sayers M, Gillespie T, Queiroz C. (1986). *World Bank Technical Paper Number 45: The International Road Roughness Experiment. Washington D.C., USA.*

Sayers M, Gillespie T, Paterson W. (1986). *World Bank Technical Paper Number 46: Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Washington D.C., USA.*

Thenoux Z. G, Vera A. S. (2002). Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. *Materiales de Construcción. Vol. 52 (n° 265): 5-22.*

ANEXOS

ANEXO 1
PANEL FOTOGRÁFICO - PRIMER MONITOREO

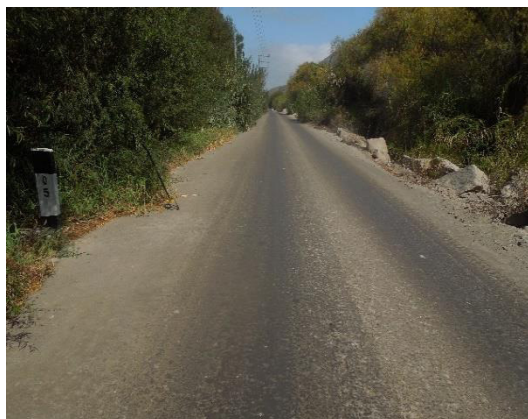


Foto N° 01 Km 05+000
Se aprecia las condiciones de la superficie de rodadura en ese sector de la vía.

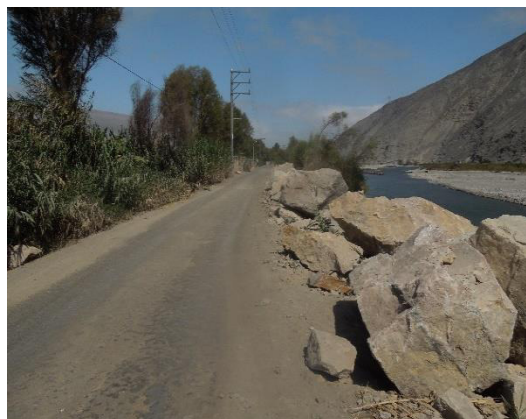


Foto N° 02 Km 05+400
Se aprecia la plataforma en mal estado por trabajos de enrocado del talud inferior.



Foto N° 03 Km 06+000
Se aprecia la superficie de rodadura en buen estado en ese sector.



Foto N° 04 Km 07+000
Se aprecia la condición de la superficie de rodadura en buen estado.



Foto N° 05 Km 08+000.
Se aprecia la condición de la superficie de rodadura en buen estado.



Foto N° 06 Km 09+000.
Se aprecia el estado bueno de la superficie de rodadura de la vía en ese sector.



Foto N° 07 Km 09+700.
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 08 Km 10+000.
Se observa las condiciones de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 09 Km 11+000.
Se aprecia la condición buena de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 10 Km 12+000
Se aprecia sector de cantera en esa progresiva, con plataforma en mal estado.



Foto N° 11 Km 12+800.
Se aprecia la condición buena de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 12 Km 13+000
Se aprecia sector de arenamiento de la plataforma en ese sector.



Foto N° 13 Km 13+500.
Se aprecia el buen estado de la plataforma en ese sector.



Foto N° 14 Km 14+000.
Se aprecia el estado regular de la plataforma en ese sector, en pendiente.



Foto N° 15 Km 14+350
Se aprecia el mal estado de la superficie de rodadura en ese sector de chancadora.



Foto N° 16 Km 14+750.
Se aprecia el mal estado de la plataforma en ese sector de la vía.



Foto N° 17 Km 14+650
Se aprecia el tamaño de las gravas en la superficie de rodadura (grava muy grande).



Foto N° 18 Km 15+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 19 Km 25+000
Se puede observar las condiciones y estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 20 Km 25+000
Se aprecia una vista panorámica de la carretera en ese sector.



Foto N° 21 Km 25+200
Se observa sector en curva con fallas frecuentes en que se dan en la plataforma en curvas.



Foto N° 22 Km 26+000.
Se aprecia las condiciones de la superficie de rodadura del sector, buen estado.



Foto N° 23 Km 26+280
Se aprecia parte de la plataforma con fallas por caída de piedras, sector en curva.



Foto N° 24 Km 27+000
Se aprecia la superficie de rodadura en buen estado.



Foto N° 25 Km 28+000
Se puede observar el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 26 Km 29+000
Se aprecia las fallas en curva en esa parte de la vía.



Foto N° 27 Km 29+300
Se aprecia parte de la vía con arenamiento en ese sector.



Foto N° 28 Km 30+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 29 Km 31+000
Se puede observar el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 30 Km 31+800
Se aprecia el estado de la superficie de rodadura por la caída de piedras en ese sector.



Foto N° 31 Km 32+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 32 Km 33+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector de la vía.



Foto N° 33 Km 33+500
Se puede observar el estado bueno de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 34 Km 34+000
Se puede observar el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 35 Km 34+600.
Se aprecia el estado bueno de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 36 Km 35+000
Se aprecia el estado bueno de la superficie de rodadura en ese sector, con presencia de una giba



Foto N° 37 Km 12+000
Se puede observar los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.



Foto N° 38 Km 23+500
Se aprecia los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.



Foto N° 39 Km 24+000.
Se aprecia los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.



Foto N° 40 Km 25+000
Se aprecia los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.



Foto N° 41 Km 34+000
Se aprecia los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.



Foto N° 42 Km 35+000.
Se aprecia los trabajos de medición de la rugosidad de la superficie de rodadura.

ANEXO 2

PANEL FOTOGRÁFICO - SEGUNDO MONITOREO



Foto N° 01 Km 05+000
Se puede observar el estado bueno de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 02 Km 05+400
Se observa la plataforma en mal estado, por trabajos de enrocado que han deteriorado la superficie de rodadura.



Foto N° 03 Km 05+500
Se observa la plataforma en mal estado, por trabajos de enrocado que han deteriorado la superficie de rodadura.

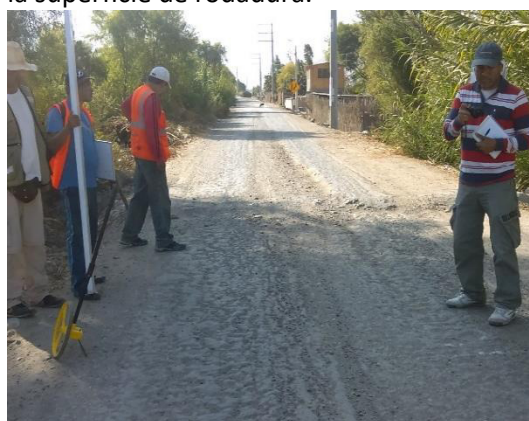


Foto N° 04 Km 06+000
Se observa la condición buena de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 05 Km 07+000
Se puede apreciar la condición de la superficie de rodadura, en buen estado.



Foto N° 06 Km 08+000
Se aprecia la condición de la superficie de rodadura, en buen estado.



Foto N° 07 Km 08+500
Se puede observar la condición de la superficie de rodadura, en regular estado.



Foto N° 08 Km 09+000
Se aprecia sector en buen estado de la superficie de rodadura.



Foto N° 09 Km 09+600
Se observa la condición de la superficie de rodadura, en buen estado.



Foto N° 10 Km 10+000
Se puede apreciar el buen estado de la superficie de rodadura de la vía en ese sector.



Foto N° 11 Km 11+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura de la vía en ese sector.



Foto N° 12 Km 12+000
Se aprecia la superficie de rodadura en mal estado en ese sector en pendiente.



Foto N° 13 Km 12+000
Se puede observar la superficie de rodadura, en mal estado en ese sector.



Foto N° 14 Km 12+200
Se aprecia la condición de la superficie de rodadura en ese sector con arenamiento.



Foto N° 15 Km 12+600
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura de la vía en ese sector.



Foto N° 16 Km 13+000
Se puede apreciar las condiciones de arenamiento de la plataforma en ese sector de la vía.



Foto N° 17 Km 13+200
Se observa sector con superficie de rodadura en buen estado.



Foto N° 18 Km 14+000
Se aprecia sector de la superficie de rodadura en regular estado.



Foto N° 19 Km 14+750
Se aprecia sector en mal estado de la superficie de rodadura.



Foto N° 20 Km 15+000
Se puede observar sector de la superficie de rodadura en regular estado.



Foto N° 21 Km 25+000
Se puede observar las condiciones de la plataforma en ese sector, buen estado.



Foto N° 22 Km 25+200
Se observa el mal estado de la superficie de rodadura en sector puntual de curva.



Foto N° 23 Km 25+600
Se aprecia el buen estado de la plataforma en ese sector.



Foto N° 24 Km 26+000
Se observa la buena condición de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 25 Km 26+300
Se puede apreciar el mal estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 26 Km 26+300
Se aprecia el tráfico que circula por la vía, vehículos tipo trayler.



Foto N° 27 Km 27+000
Se observa sector con arenamiento en la plataforma.



Foto N° 28 Km 28+000
Se observa el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 29 Km 29+000
Se observa el regular estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 30 Km 29+000
Se puede observar el mal estado de la superficie de rodadura en ese sector puntual.



Foto N° 31 Km 30+000
Se aprecia el regular estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 32 Km 31+000
Se aprecia la superficie de rodadura en buen estado.



Foto N° 33 Km 31+400
Se aprecia sector del camino con caída de piedras y enrocado destruido.



Foto N° 34 Km 31+400
Se aprecia sector con caída de piedras por inestabilidad de talud.



Foto N° 35 Km 31+800
Se aprecia sector con piedras acumuladas en el centro del carril.



Foto N° 36 Km 32+000
Se aprecia el estado de la superficie de rodadura por la caída de piedras en ese sector.



Foto N° 37 Km 32+400
Se aprecia la superficie de rodadura con caída de piedras y el daño que causa.



Foto N° 38 Km 33+000
Se aprecia el buen estado de la superficie de rodadura en ese sector.



Foto N° 39 Km 34+000
Se aprecia la superficie de rodadura en buen estado en ese sector.



Foto N° 40 Km 34+400
Se aprecia regular estado de la superficie de rodadura, con presencia de encalaminado en los bordes.



Foto N° 41 Km 35+000
Se muestra las condiciones de la superficie de rodadura en buen estado en ese sector.



Foto N° 42 Km 35+000
Se aprecia el estado regular de la superficie de rodadura en ese sector, con giba destruida.

9. ¿Es posible determinar el valor total de deducción de la unidad de muestra y el valor “q”?

SÍ ()

NO (X)

10. ¿Se tiene los valores para determinar el URCI?

SÍ ()

NO (X)

11. ¿Es posible identificar la clasificación de la condición superficial en la escala del URCI?

SÍ ()

NO (X)

ANEXO 4

CURVAS DE VALORES DE DEDUCCIÓN Y DEL URCI

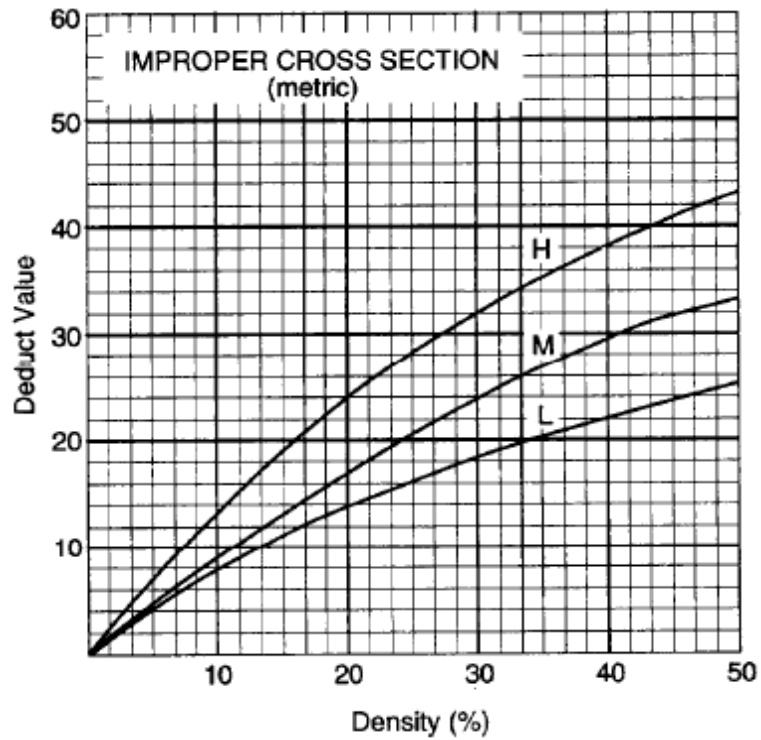


Figura: Valores de deducción para sección transversal inapropiada

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

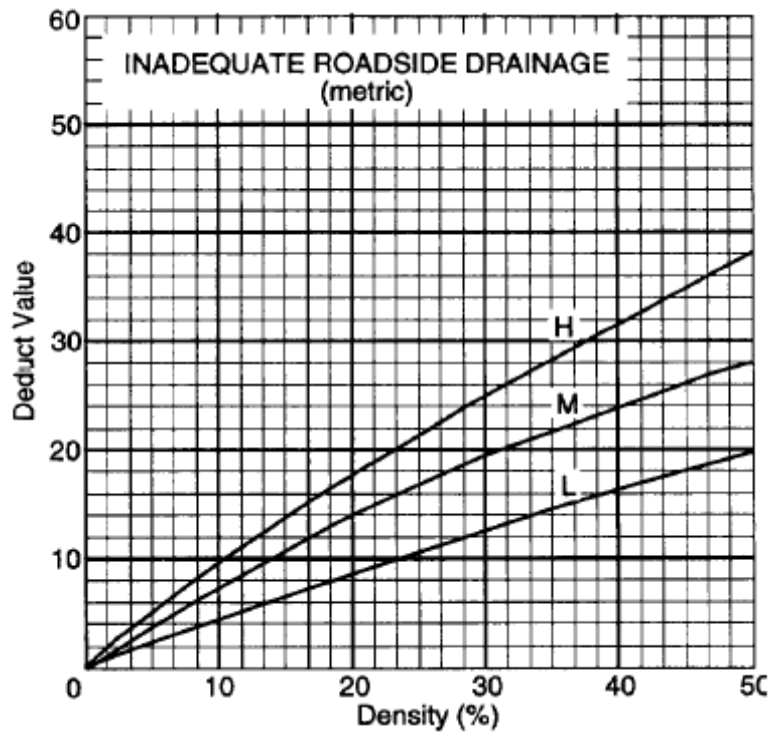


Figura: Valores de deducción para inadecuado drenaje longitudinal

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

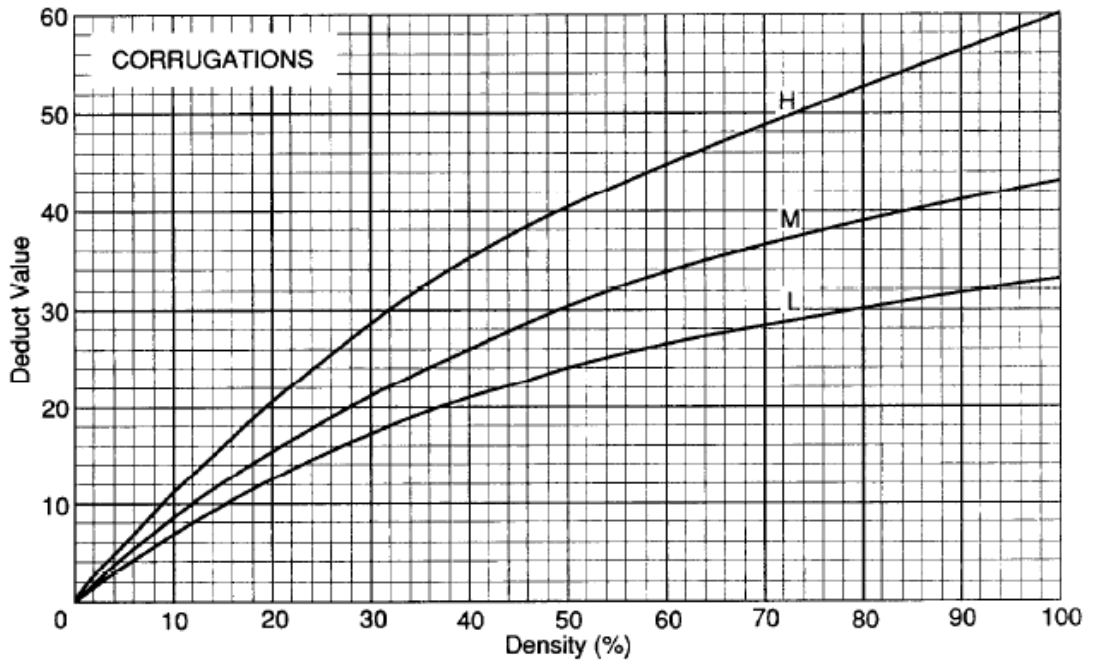


Figura: Valores de deducción para Encalaminado

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

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

Figura: Valores de deducción para polvo

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

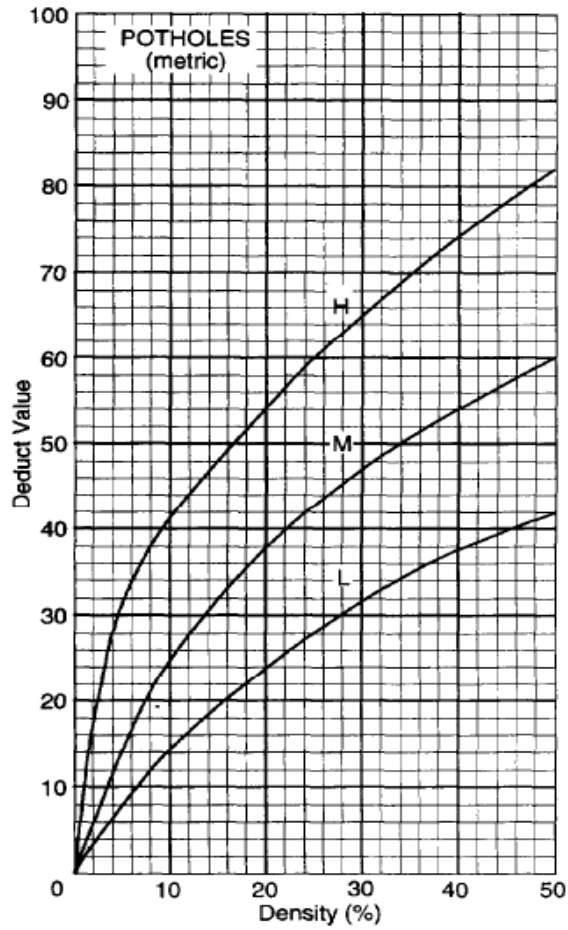


Figura: Valores de deducción para baches

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

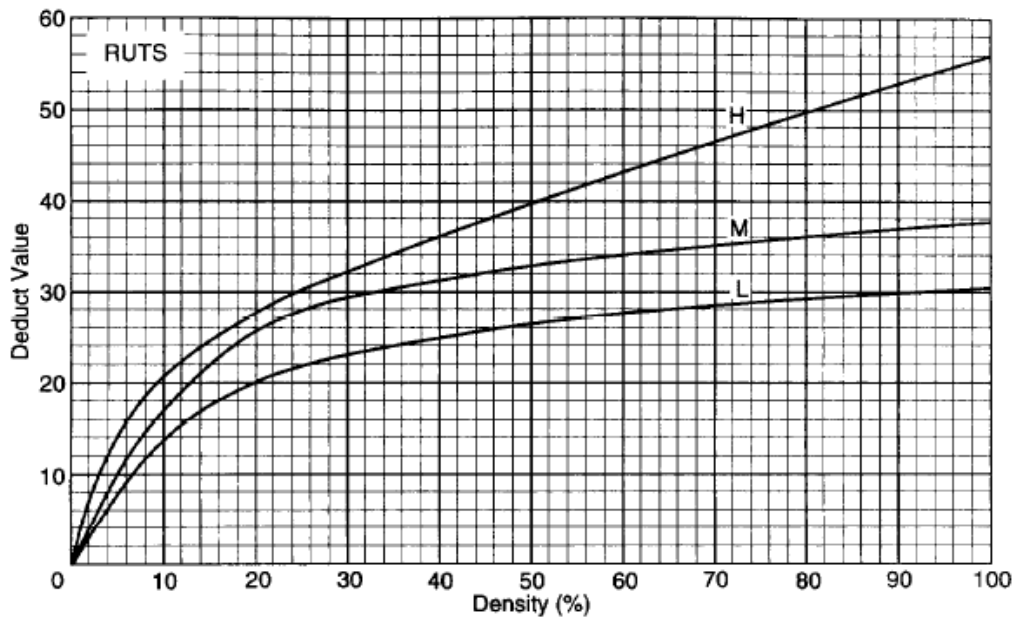


Figura: Valores de deducción para ahuellamiento

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

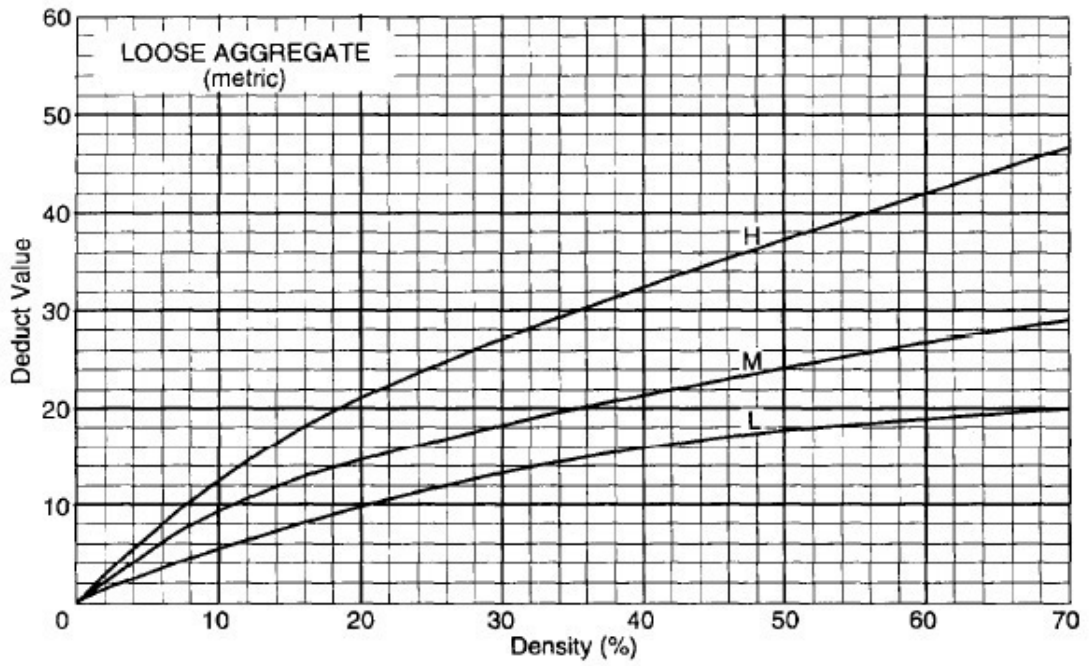


Figura: Valores de deducción para agregado suelto

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

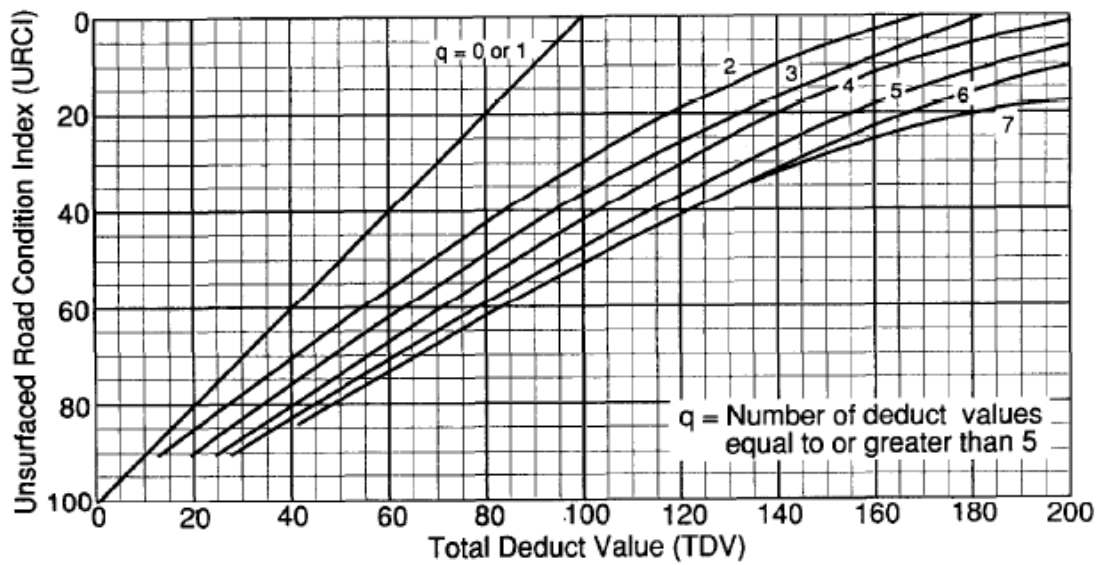



Figura: Valores de URCI

Fuente: TM 5-626 *Unsurfaced Road Maintenance Management*

ANEXO 6


MUESTRAS REPRESENTATIVAS POR CLASIFICACIÓN

Tabla: Unidad de muestra más crítica

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (URCI)																
Nombre del Proyecto: SEGUNDO MONITOREO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA-PIUCA																
Tramo: Km 05+000 - Km 15+000			Área de muestra: 200 m2													
Unidad de muestra: M8			Progresiva inicial: Km. 05+350													
Fecha: Mayo del 2016			Progresiva final: Km. 05+400													
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA											
F1 Sección transversal inapropiada (m) F2 Inadecuado drenaje longitudinal (m) F3 Encalaminado (m2) F4 Polvo (nivel de severidad) F5 Baches (unidad) F6 Ahuellamientos (m2) F7 Agregado Suelto (m)					P. Final: Km. 05+400  P. Inicial: Km. 05+350											
TIPO	SEVERIDAD	N°1	N°2	N°3	N°4	TOTAL	DENSIDAD (%)	DV								
F7	H	150				150	75.00	52.41								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th>VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)</th> <th>INDICE q</th> <th>URCI</th> <th>CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">52.41</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">47.60</td> <td style="text-align: center;">REGULAR</td> </tr> </tbody> </table>									VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)	INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN	52.41	1	47.60	REGULAR
VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)	INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN													
52.41	1	47.60	REGULAR													


Fuente: Propia

Tabla: Unidad de muestra frecuente

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (URCI)																
Nombre del Proyecto: SEGUNDO MONITOREO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA-PIUCA																
Tramo: Km 05+000 - Km 15+000			Área de muestra: 200 m2													
Unidad de muestra: M148			Progresiva inicial: Km. 12+350													
Fecha: Mayo del 2016			Progresiva final: Km. 12+400													
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA											
F1 Sección transversal inapropiada (m) F2 Inadecuado drenaje longitudinal (m) F3 Encalaminado (m2) F4 Polvo (nivel de severidad) F5 Baches (unidad) F6 Ahuellamientos (m2) F7 Agregado Suelto (m)					P. Final: Km. 12+400  P. Inicial: Km. 12+350											
TIPO	SEVERIDAD	N°1	N°2	N°3	N°4	TOTAL	DENSIDAD (%)	DV								
F7	L	150				150	75.00	20.96								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th>VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)</th> <th>INDICE q</th> <th>URCI</th> <th>CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">20.96</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">79.00</td> <td style="text-align: center;">MUY BUENO</td> </tr> </tbody> </table>									VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)	INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN	20.96	1	79.00	MUY BUENO
VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)	INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN													
20.96	1	79.00	MUY BUENO													


Fuente: Propia

Tabla: Unidad de muestra excelente

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (URCI)								
Nombre del Proyecto: SEGUNDO MONITOREO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA-PIUCA								
Tramo: Km 05+000 - Km 15+000			Área de muestra: 200 m ²					
Unidad de muestra: M1			Progresiva inicial: Km. 05+000					
Fecha: Mayo del 2016			Progresiva final: Km. 05+050					
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA			
F1 Sección transversal inapropiada (m) F2 Inadecuado drenaje longitudinal (m) F3 Encalaminado (m ²) F4 Polvo (nivel de severidad) F5 Baches (unidad) F6 Ahuellamientos (m ²) F7 Agregado Suelto (m)					P. Final: Km. 05+050  P. Inicial: Km. 05+000			
TIPO	SEVERIDAD	N°1	N°2	N°3	N°4	TOTAL	DENSIDAD (%)	DV
-	-	0				0	0.00	0.00
VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)		INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN				
0		0	100.00	EXCELENTE				

Fuente: Propia

Tabla: Unidad de muestra con mayor tipo de fallas y niveles de severidad

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA (URCI)								
Nombre del Proyecto: SEGUNDO MONITOREO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA-PIUCA								
Tramo: Km 05+000 - Km 15+000			Área de muestra: 200 m ²					
Unidad de muestra: M188			Progresiva inicial: Km. 14+350					
Fecha: Mayo del 2016			Progresiva final: Km. 14+400					
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA			
F1 Sección transversal inapropiada (m) F2 Inadecuado drenaje longitudinal (m) F3 Encalaminado (m ²) F4 Polvo (nivel de severidad) F5 Baches (unidad) F6 Ahuellamientos (m ²) F7 Agregado Suelto (m)					P. Final: Km. 14+400  P. Inicial: Km. 14+350			
TIPO	SEVERIDAD	N°1	N°2	N°3	N°4	TOTAL	DENSIDAD (%)	DV
F3	L	27				27	13.50	8.68
F7	L	69				69	34.50	14.72
F7	M	81				81	40.50	22.04
VALOR TOTAL DEDUCTIVO (TDV)		INDICE q	URCI	CLASIFICACIÓN				
45.44		3	71.52	MUY BUENO				

Fuente: Propia

ANEXO 7

OBSERVACIONES ENCONTRADAS

Tabla: Tramo km 05+000 al km 15+000

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 05+000	Km 05+100	Calzada en excelente estado.
Km 05+100	Km 05+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 75 m y un sector de 35 m, con desprendimiento moderado de materiales, la calzada se encuentra dañada por trabajos de enrocado.
Km 05+200	Km 05+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 05+300	Km 05+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 29 m y un sector de 71 m, con desprendimiento moderado de materiales, la calzada se encuentra dañada por trabajos de enrocado.
Km 05+400	Km 05+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80 m y un sector de 20 m, con desprendimiento moderado de materiales, la calzada se encuentra dañada por trabajos de enrocado.
Km 05+500	Km 05+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 300 m.
Km 05+800	Km 05+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85 m y un sector de 15 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 05+900	Km 06+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 88 m y un sector de 12 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+000	Km 06+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 75 m y un sector de 25 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+100	Km 06+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 71 m y un sector de 9 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+200	Km 06+400	Calzada en excelente estado.
Km 06+400	Km 06+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 06+500	Km 06+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 49 m y un sector de 51 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+600	Km 06+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 65 m y un sector de 35 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+700	Km 06+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 74 m y un sector de 26 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+800	Km 06+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 38 m y un sector de 62 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 06+900	Km 07+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 20 m y un sector de 25 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 07+000	Km 07+300	Calzada en excelente estado.
Km 07+300	Km 07+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80 m.
Km 07+400	Km 07+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200 m.
Km 07+600	Km 07+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80 m.
Km 07+700	Km 07+900	Calzada en excelente estado.
Km 07+900	Km 08+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 25 m.
Km 08+000	Km 08+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 08+100	Km 08+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 08+200	Km 08+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40 m.
Km 08+300	Km 08+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200 m.
Km 08+500	Km 08+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 73 m y un sector de 27 m, con desprendimiento moderado de materiales.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 08+600	Km 08+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 08+700	Km 08+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85 m y un sector de 15 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 08+800	Km 08+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 82 m y un sector de 18 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 08+900	Km 09+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200 m.
Km 09+100	Km 09+150	Calzada en regular estado con 25m de desprendimiento leve. 25.0 m., de carretera que no se intervino.
Km 09+150	Km 09+200	Sector de carretera que no se intervino.
Km 09+200	Km 09+250	20.0 m., sector de carretera que no se intervino. Calzada en excelente estado.
Km 09+250	Km 09+300	Calzada en excelente estado.
Km 09+300	Km 10+000	Calzada en excelente estado, presenta ahuellamiento moderado de 4m ² .
Km 10+000	Km 10+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 55 m.
Km 10+100	Km 10+200	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 9 m.
Km 10+200	Km 10+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 10+300	Km 10+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40 m y un sector de 60 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 10+400	Km 10+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 32 m y un sector de 68 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 10+500	Km 10+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 31 m y un sector de 59 m, con desprendimiento moderado de materiales, 59 m de sector crítico sector de caída de piedras.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 10+600	Km 10+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 31 m y un sector de 59 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector con presencia de arena al lado derecho de la vía, se estima que tapara la vía, sector crítico sector de caída de piedras.
Km 10+700	Km 10+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 73 m y un sector de 27 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 10+800	Km 10+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 75 m y un sector de 25 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 10+900	Km 11+000	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 47 m.
Km 11+000	Km 11+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 87 m y un sector de 13 m, con desprendimiento moderado de materiales, desprendimiento leve en sector en curva.
Km 11+000	Km 11+200	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 23 m.
Km 11+200	Km 11+300	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 45 m.
Km 11+300	Km 11+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 92 m y un sector de 8 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 11+400	Km 11+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 77 m y un sector de 23 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 11+500	Km 11+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85 m y un sector de 15 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 11+600	Km 11+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 70 m y un sector de 30 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 11+700	Km 11+730	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 30 m.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 11+730	Km 12+000	Sector no representativo, por presencia de derrumbe en sector de canteras, se aprecia un desvío o variante.
Km 12+000	Km 12+100	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 37 m y un sector de 63 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de arenamiento, calzada enterrada.
Km 12+100	Km 12+200	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 100 m, sector de arenamiento, calzada enterrada.
Km 12+200	Km 12+227	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 27 m, sector de arenamiento, calzada enterrada.
Km 12+227	Km 12+300	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento moderado en 4m.
Km 12+250	Km 12+900	Calzada en excelente estado, zona pegada a las chacras.
Km 12+900	Km 13+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 48 m, sector de arenamiento, 48m de calzada enterrada.
Km 13+000	Km 13+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 37 m, sector de arenamiento, 37m de calzada enterrada.
Km 13+100	Km 13+200	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 20 m.
Km 13+200	Km 13+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 26m y un sector de 5 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 13+300	Km 13+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 13+400	Km 13+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85m y un sector de 15 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de arenamiento, 15m de calzada enterrada.
Km 13+500	Km 13+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 52m y un sector de 48 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de arenamiento, 48m de calzada enterrada y 52 m de zona de caída de piedras.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 13+600	Km 13+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 14m y un sector de 86 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de arenamiento, 18m de calzada enterrada.
Km 13+700	Km 13+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 42m y un sector de 58 m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta 4 baches moderados.
Km 13+800	Km 13+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 48m y un sector de 52 m, con desprendimiento moderado de materiales, 52m donde se ha perdido totalmente la carpeta de rodadura.
Km 13+900	Km 14+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 52m y un sector de 13m, con desprendimiento moderado de materiales, 10 m de zona de caída de piedras, 13m de pérdida total de la carpeta de rodadura.
Km 14+000	Km 14+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 66m y un sector de 34 m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta grandes baches, sector de caída de piedras.
Km 14+100	Km 14+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 58m (moderado en la huella derecha 1m*12m,) y un sector de 42 m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta grandes baches, sector de caída de piedras, sector de caída de piedra, presenta 48m2 de encalaminado moderado.
Km 14+200	Km 14+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 36m (borde derecho con daño severo) y un sector de 64 m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 14+300	Km 14+400	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 23m y un sector de 77m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras, presenta 77m2 de encalaminado leve.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 05+000 – KM 15+000		
Km 14+400	Km 14+500	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 100 m, zona de explotación de cantera, se observa gran cantidad de desprendimiento de polvo, presenta 100m ² de encalaminado leve.
Km 14+500	Km 14+600	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 23m y un sector de 77m, con desprendimiento moderado de materiales, se observan piedras grandes >2" usadas como agregado.
Km 14+600	Km 14+700	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 19m y un sector de 81m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras.
Km 14+700	Km 14+800	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 100 m, sector de caída de piedras, se observan piedras grandes >2" usadas como agregado.
Km 14+800	Km 14+900	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 10m y un sector de 90m, con desprendimiento moderado de materiales, se observan piedras grandes >2" usadas como agregado.
Km 14+900	Km 15+000	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m, sector de caída de piedras, se observan piedras grandes >2" usadas como agregado.

Fuente: Propia

ANEXO 8

OBSERVACIONES ENCONTRADAS

Tabla: Tramo km 25+000 al km 35+000

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 25+000	Km 25+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 30 m y un sector de 50 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector con gran cantidad de baches.
Km 25+100	Km 25+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80 m y un sector de 20 m, con desprendimiento moderado de materiales, sector con de baches de 0.9m*0.5m.
Km 25+200	Km 25+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 14m, presenta dos baches de medidas 2m*2m y 2m*1.5m.
Km 25+300	Km 25+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 63 m y un sector de 37m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras.
Km 25+400	Km 25+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 8 m y un sector de 16m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras.
Km 25+500	Km 25+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 62m (con falla moderada en la huella izquierda en 26m) y un sector de 18m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras.
Km 25+600	Km 25+700	Calzada en excelente estado.
Km 25+700	Km 25+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 22 m y un sector de 10m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 25+800	Km 25+900	Calzada en excelente estado.
Km 25+900	Km 26+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 48m (con falla en la huella derecha de 1.5m*8m) y un sector de 18m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 26+000	Km 26+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 20 m y un sector de 20m, con desprendimiento moderado de materiales.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 26+100	Km 26+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 32m (con falla en la huella derecha de 1.5m*5m) y un sector de 18m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 26+200	Km 26+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 43m (con falla en la huella derecha de 1.5m*5m) y un sector de 57m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 26+300	Km 26+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 30m (con falla en la huella izquierda en sus 30m) y un sector de 70m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta dos baches de 5m*2m.
Km 26+400	Km 26+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 19m (con falla en la huella izquierda de 1m*35m) y un sector de 23m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta un sector de 52m de caída de piedras.
Km 26+500	Km 26+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 19m y un sector de 23m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída piedras(la plataforma se encuentra llena de piedras desprendidas del talud de corte).
Km 26+600	Km 26+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 88m y un sector de 12m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída piedras(la plataforma se encuentra llena de piedras desprendidas del talud de corte).
Km 26+700	Km 26+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80m y un sector de 20m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída piedras(la plataforma se encuentra llena de piedras desprendidas del talud de corte).
Km 26+800	Km 26+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 26+900	Km 27+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 75m y un sector de 25m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída piedras y acumulación de arena en unos 54m, la plataforma se encuentra totalmente enterrada por la arena en los últimos 20m.
Km 27+000	Km 27+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 41m y un sector de 59m, con desprendimiento moderado de materiales, se observan encalaminados y baches.
Km 27+100	Km 27+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 68m y un sector de 14m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de caída de piedras (el eje central de la plataforma se encuentra llena de piedras desprendidas del talud de corte).
Km 27+200	Km 27+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 70m y un sector de 30m, con desprendimiento moderado de materiales, la plataforma se encuentra totalmente enterrada por la arena en unos 30m.
Km 27+300	Km 27+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 45m, la plataforma se encuentra totalmente enterrada por la arena en unos 55m.
Km 27+400	Km 27+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 27+500	Km 27+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 69m y un sector de 31m, con desprendimiento moderado de materiales, sector con presencia de baches.
Km 27+600	Km 27+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m.
Km 27+700	Km 27+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 60m.
Km 27+800	Km 27+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 71m (presenta falla moderada en la huella izquierda de 1m*11m) y un sector de 29m, con desprendimiento de materiales.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 27+900	Km 28+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 72m y un sector de 28m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta bache de 3*5.
Km 28+000	Km 28+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85m.
Km 28+100	Km 28+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 28+200	Km 28+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 76m (presenta falla moderada en la huella izquierda), sector con presencia de baches.
Km 28+300	Km 28+400	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 38m (presenta falla moderada en la huella izquierda de 1m*25m) y un sector de 62m (Borde izquierdo, derecho y plazoleta a nivel de terreno natural).
Km 28+400	Km 28+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 56m.
Km 28+500	Km 28+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 62m y un sector de 38m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 28+600	Km 28+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 28+700	Km 28+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 65m y un sector de 35m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 28+800	Km 28+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40m y un sector de 60m, con desprendimiento moderado de materiales, posee desprendimiento severo en los sectores en curvas.
Km 28+900	Km 29+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 33m y un sector de 67m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 29+000	Km 29+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 20m y un sector de 80m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta 51m de sector de caída de piedras.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 29+100	Km 29+500	Calzada en mal estado, con presencia de desprendimiento moderado en sus 400 m, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 29+500	Km 29+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 20m y un sector de 80m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta 100m de sector de caída de piedras.
Km 29+600	Km 29+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 62m y un sector de 38m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 29+700	Km 29+800	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 45m, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 29+800	Km 29+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 10m y un sector de 20m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta bache de 1m*5m, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 29+900	Km 30+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 62m y un sector de 20m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 30+000	Km 30+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100m, sector de derrumbes y caída de piedras.
Km 30+100	Km 30+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 19m.
Km 30+200	Km 30+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100m, presenta dos baches de 1.5m*1m.
Km 30+300	Km 30+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 72m y un sector de 28m, con desprendimiento moderado de materiales, en el km 30+370 sector de cantera.
Km 30+400	Km 30+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 63m y un sector de 17m, con desprendimiento moderado de materiales.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 30+500	Km 30+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m y un sector de 14m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 30+600	Km 30+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m.
Km 30+700	Km 30+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m y un sector de 14m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 30+800	Km 30+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m.
Km 30+900	Km 31+200	Calzada en excelente estado.
Km 31+200	Km 31+300	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40m.
Km 31+300	Km 31+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100m, sector de derrumbes y caída de piedras (Acumulación de piedras en el eje central).
Km 31+400	Km 31+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 83m (con surco en el borde derecho de 0.5m*20m), sector de derrumbes y caída de piedras (Acumulación de piedras en el eje central).
Km 31+500	Km 31+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 20m y un sector de 80m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de derrumbes y caída de piedras (Acumulación de piedras en el eje central).
Km 31+600	Km 31+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 49m y un sector de 30m, con desprendimiento moderado de materiales, sector de derrumbes y caída de piedras (Acumulación de piedras en el eje central).
Km 31+700	Km 31+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200m, sector de derrumbes y caída de piedras (Acumulación de piedras en el eje central).
Km 31+900	Km 32+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200m, sector de derrumbes y caída de piedras, se observó el carril disminuido por dichos derrumbes.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 32+100	Km 32+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40m y un sector de 23m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 32+200	Km 32+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 24m (con falla moderada en el borde izquierdo de 1.5m*14m) y un sector de 39m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 32+300	Km 32+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 30m.
Km 32+400	Km 32+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 14m y un sector de 53m, con desprendimiento moderado de materiales, comienza sector con presencia de cal en el talud.
Km 32+500	Km 32+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 75m y un sector de 25m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 32+600	Km 32+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 32+700	Km 32+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 53m y un sector de 19m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 32+800	Km 33+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 200 m, presenta acumulación de arena en un sector en curva de 18m.
Km 33+000	Km 33+100	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 70m y un sector de 30m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 33+100	Km 33+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 22m y un sector de 78m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 33+200	Km 33+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 74m y un sector de 26m, con desprendimiento moderado de materiales.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 33+300	Km 33+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 18m y un sector de 18m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 33+400	Km 33+500	Calzada en excelente estado.
Km 33+500	Km 33+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 47m y un sector de 39m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 33+600	Km 33+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 33+700	Km 33+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 94m y un sector de 6m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta un bache de 3m*2m.
Km 33+800	Km 33+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 63m y un sector de 37m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 33+900	Km 34+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 59m y un sector de 41m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta un bache de 0.5m*0.5m.
Km 34+000	Km 34+100	Calzada en buen estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 40m.
Km 34+100	Km 34+200	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 57m y un sector de 43m, con desprendimiento moderado de materiales, presenta dos bache de 1.5m*1.5m.
Km 34+200	Km 34+300	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en sus 100 m.
Km 34+300	Km 34+400	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 44m(falla moderada en el borde izquierdo de 1m*7m) y un sector de 56m, con acumulación de arena en el borde izquierdo en una longitud de 56m.
Km 34+400	Km 34+500	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 41m y un sector de 59m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 34+500	Km 34+600	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento moderado en unos 33 m.

PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	OBSERVACIONES
SECTOR DEL KM 25+000 – KM 35+000		
Km 34+600	Km 34+700	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 50m y un sector de 50m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 34+700	Km 34+800	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 85m y un sector de 15m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 34+800	Km 34+900	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 12m y un sector de 73m, con desprendimiento moderado de materiales.
Km 34+900	Km 35+000	Calzada en regular estado, con presencia de desprendimiento leve en unos 80m y un sector de 20m, con desprendimiento moderado de materiales.

Fuente: Propia

ANEXO 9

PROYECCIÓN DE TRÁFICO DEL CAMINO VECINAL OCOÑA – PIUCA

Tabla: Proyección del tráfico - Tramo I : Ocoña - Santa Rita

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Trafico Normal	327	330	333	337	342	346	352	354	359	363	370
Autos	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36	36
Satation Wagon	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15
Camioneta Pick Up	119	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124
Panel	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Rural (Combi)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Micro	37	37	37	37	38	38	38	38	38	38	39
Omnibus 2E y 3E	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	28
Camión 2E	46	48	50	51	53	55	58	60	62	64	67
Camión 3E	15	16	16	17	17	18	19	19	20	21	22
Camión 4E	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
Semi trayler	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trafico Generado	0	33	33	34	34	35	35	35	36	36	37
Autos	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Satation Wagon	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Camioneta Pick Up	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Panel	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rural (Combi)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Omnibus 2E y 3E	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 2E	0	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
Camión 3E	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 4E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Semi trayler	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	327	363	366	371	376	381	387	389	395	399	407

Fuente: Expediente técnico "Rehabilitación del camino vecinal: Ocoña – Piuca"

Tabla: Proyección del tráfico - Tramo II : Santa Rita - Piuca

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Trafico Normal	140	142	143	146	147	149	152	154	156	158	160
Autos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Satation Wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta Pick Up	55	55	55	56	56	56	56	57	57	57	57
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rural (Combi)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14
Micro	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Omnibus 2E y 3E	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22
Camión 2E	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Camión 3E	14	15	15	16	16	17	18	18	19	20	20
Camión 4E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Semi trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trafico Generado	0	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16
Autos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Satation Wagon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta Pick Up	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rural (Combi)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Micro	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Omnibus 2E y 3E	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 2E	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 3E	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semi trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	140	156	157	161	162	164	167	169	172	174	176

Fuente: Expediente técnico "Rehabilitación del camino vecinal: Ocoña – Piuca"

ANEXO 10
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO Y EL CLORURO DE CALCIO

Tabla: Propiedades físicas

CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CLORURO DE CALCIO
Altamente Higroscópico, independiente de la Temperatura.	Higroscópico, a temperaturas superiores a los 25 grados centígrados.
Los caminos se automantienen (no necesitan regarse con agua).	Necesita regado de verificarse pérdida de humedad.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aspecto parecido al asfalto (se puede efectuar pintado de señalización horizontal). ✓ Elimina el 99% del polvo ocasionado por los caminos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La Superficie de rodadura no toma ninguna coloración. ✓ Eliminación del Polvo.
Proceso de Producción natural	
La dosis es independiente del tipo de tránsito.	La dosis depende del tipo de tránsito.
No tiene impacto ni efecto al Medio Ambiente, salvo que existan derrames o mala práctica al aplicarlo (consideraciones similares a la aplicación de asfaltos)	
Mantenimiento cada 4 años, con adición de 1/4 de la dosis inicial.	Mantenimiento Anual, con adición de 1/8 de la dosis inicial.

Tabla: Análisis de costos (10 años)

PRODUCTO	Área (m ²)	Vol (m ³)	Costo del Aditivo	Ratio (kg/m ³)	Costo del Aditivo por m ³ de afirmado	Soles/km
Cloruro de Magnesio Hexahidratado	4000	600	S/. 585.90/Ton	100	S/. 58.59/m ³	35,154.00
Cloruro de Calcio	4000	600	S/. 807.30/Ton	50	S/. 40.37/m ³	24,219.00

AÑO	CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		CLORURO DE CALCIO	
	0	S/. 35,154.00	S/. 35,154.00	S/. 24,219.00
1		S/. 35,154.00	S/. 3,027.38	S/. 27,246.38
2		S/. 35,154.00	S/. 3,027.38	S/. 30,273.75
3		S/. 35,154.00	S/. 3,027.38	S/. 33,301.13
4	S/. 8,788.50	S/. 43,942.50	S/. 3,027.38	S/. 36,328.50
5		S/. 43,942.50	S/. 3,027.38	S/. 39,355.88
6		S/. 43,942.50	S/. 3,027.38	S/. 42,383.25
7		S/. 43,942.50	S/. 3,027.38	S/. 45,410.63
8	S/. 8,788.50	S/. 52,731.00	S/. 3,027.38	S/. 48,438.00
9		S/. 52,731.00	S/. 3,027.38	S/. 51,465.38
10		S/. 52,731.00	S/. 3,027.38	S/. 54,492.76

EQUIPO	RENDIMIENTO	COSTO HM	COSTO DM
Motoniveladora	1200m2/día	207.94	1,663.52
Cisterna de 3000 galones	1200m2/día	186.65	1,493.20
Rodillo de 10 Toneladas	1200m2/día	125.51	1,004.08

AÑO	CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		CLORURO DE CALCIO	
	0	S/. 13,869.33	S/. 13,869.33	S/. 13,869.33
1		S/. 13,869.33	S/. 13,869.33	S/. 27,738.67
2		S/. 13,869.33	S/. 13,869.33	S/. 41,608.00
3		S/. 13,869.33	S/. 13,869.33	S/. 55,477.33
4	S/. 13,869.33	S/. 27,738.67	S/. 13,869.33	S/. 69,346.67
5		S/. 27,738.67	S/. 13,869.33	S/. 83,216.00
6		S/. 27,738.67	S/. 13,869.33	S/. 97,085.33
7		S/. 27,738.67	S/. 13,869.38	S/. 110,954.67
8	S/. 13,869.33	S/. 41,608.00	S/. 13,869.38	S/. 124,824.00
9		S/. 41,608.00	S/. 13,869.38	S/. 138,693.33
10		S/. 41,608.00	S/. 13,869.38	S/. 152,532.71

TOTAL	CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		CLORURO DE CALCIO	
		S/. 94,339.00		S/. 207,025.47

Fuente: Expediente técnico "Rehabilitación del camino vecinal: Ocoña – Piuca"

ANEXO 11

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Diseño Metodológico
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable Dependiente	
¿Cuál es el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña-Piucia, en un determinado tiempo?	Evaluar el comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piucia, para determinar su eficiencia en un determinado tiempo	El comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado del camino vecinal Ocoña – Piucia, es eficiente en un determinado tiempo	Comportamiento de la superficie de rodadura	Eficiencia del afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado	El estudio es exploratorio, dado que se examina un tema poco estudiado, y también es Descriptiva, ya que tiene por objetivo detallar los hechos como son observados.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables Dependientes Específicas	Variables Dependientes Específicas	
¿Cuál es el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piucia, en un determinado tiempo?	Determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la rugosidad y su variación en el tiempo	De acuerdo al Índice Internacional de Rugosidad (IRI), la rugosidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo	Índice Internacional de Rugosidad (IRI)	Rugosidad	Tiene un enfoque mixto, ya que comprende dos tipos: cuantitativo y cualitativo. El nivel de la investigación es descriptivo, ya que se basa en la descripción del estado vial según la serviciabilidad y condición superficial del camino en evaluación. El diseño de investigación es no experimental, debido a que no se manipuló las variables independientes (IRI, PSI y URCI), estas fueron observadas y descritas tal como se presentan en su ambiente natural.
¿Cuál es el Índice de Serviabilidad Presente (PSI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña - Piucia, en un determinado tiempo?	Determinar el Índice de Serviabilidad Presente (PSI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la serviabilidad y su variación en el tiempo	De acuerdo al Índice de Serviabilidad Presente (PSI), la serviabilidad de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en bueno en un determinado tiempo	Índice de Serviabilidad Presente (PSI)	Serviabilidad	Según la temporalización, la investigación es de tipo longitudinal, debido a que se recolectó los datos a través del tiempo, en periodos específicos, septiembre de 2015 y mayo de 2016, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.
¿Cuál es el Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado en el camino vecinal Ocoña Piucia, en un determinado tiempo?	Determinar el Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI) de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con Cloruro de Magnesio Hexahidratado, para conocer la condición superficial y su variación en el tiempo	De acuerdo al Índice de Condición del Camino no pavimentado (URCI), la condición superficial de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado se conserva en excelente en un determinado tiempo	Índice de Condición del camino no pavimentado (URCI)	Condición Superficial	

Fuente: Propia