

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA
EL PAVIMIENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS
FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO
DE INDICE DE CONDICIÓN, SATIPO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

Bach. MILLA SOLIS, JHON ALEXANDER

Bach. ROJAS CABADA, LIDIA FLOR

Asesor:

Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

Línea de investigación por programa de estudios:

Transporte y Urbanismo

Huancayo – Perú

2023

Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

Asesor

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Ing. Nataly Lucía Córdova Zorrilla
Jurado

Mtro. Julio Fredy Porras Mayta
Jurado

Mtro. Rando Porras Olarte
Jurado

Mtro. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

DEDICATORIA

A Dios, porque está con nosotros en cada paso que damos, dándonos la fortaleza y sabiduría. A nuestros padres quienes han velado por el bienestar y nuestra educación y a nuestros hijos ya que ellos son la fuerza e inspiración para dar lo mejor y seguir avanzando.

Bach. Milla Solis, Jhon Alexander

Bach. Rojas Cabada, Lidia Flor

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Peruana Los Andes quienes nos brindaron una educación de calidad para formar excelentes profesionales y uno especial para el Ing. Felipe Luis Durand López que más que un gran docente es un gran amigo.

Bach. Milla Solis, Jhon Alexander

Bach. Rojas Cabada, Lidia Flor

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0059 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE INDICE DE CONDICIÓN, SATIPO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. MILLA SOLIS JHON ALEXANDER
BACH. ROJAS CABADA LIDIA FLOR

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : ING. FLORES ESPINOZA CARLOS GERARDO

Fue analizado con fecha 30/01/2024; con 151 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 20 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Sí contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 30 de enero de 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONSTANCIA DE SIMILITUD	vi
CONTENIDO	7
CONTENIDO DE TABLAS.....	10
CONTENIDO DE FIGURAS.....	12
CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS	14
RESUMEN.....	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Delimitación del problema	19
1.2.1. Espacial	19
1.2.2. Temporal	20
1.2.3. Económica.....	20
1.3. Formulación del problema.....	20
1.3.1. Problema general.....	20
1.3.2. Problemas específicos	21
1.4. Justificación.....	21
1.4.1. Justificación práctica o social.....	21
1.4.2. Justificación científica o teórica.....	22
1.4.3. Justificación metodológica.....	22
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo general.....	22
1.5.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II.....	24

MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.1.1. Antecedentes nacionales	24
2.1.2. Antecedentes internacionales	27
2.2. Bases teóricas o científicas	31
2.3. Marco conceptual	40
CAPÍTULO III	43
HIPÓTESIS	43
3.1. Hipótesis	43
3.1.1. Hipótesis general.....	43
3.1.2. Hipótesis específica.....	43
3.2. Variables.....	43
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	44
3.2.2. Definición operacional de la variable	44
3.2.3. Operacionalización de variables	45
CAPÍTULO IV	48
METODOLOGÍA	48
4.1. Método de investigación.....	48
4.2. Tipo de investigación.....	48
4.3. Nivel de la investigación	49
4.4. Diseño de la investigación.....	49
4.5. Población y muestra.....	49
4.5.1. Población.....	49
4.5.2. Muestra 50	
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos	51
4.8. Aspectos éticos de la investigación	52
CAPÍTULO V	53
RESULTADOS.....	53
5.1. Información preliminar para la aplicación del método PCI en pavimento flexible.....	53

5.2. Descripción de resultados – Deterioros y severidades PCI	72
5.3. Opciones de tratamiento según PCI.....	85
5.4. Reconstrucción de Vía.....	91
5.5. Contratación de hipótesis	101
CAPÍTULO VI	107
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	107
6.1. Discusión de resultados con antecedentes	107
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS	115
Anexo N°01: Matriz de consistencia	116
Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de Variable	118
Anexo N°03: Instrumento de recolección de datos – Ficha PCI	121
Anexo N°04: Ficha de conteo vehicular.....	123
Anexo N°05: Procesamiento de datos	125
Anexo N°06: Datos de Laboratorio - CBR.....	138
Anexo N°07: Fotografías de la aplicación del instrumento	145
Anexo N°07: Esquema de Unidades de Muestreo	151

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Escala de clasificación del PCI	32
Tabla 2. Clasificación de mantenimiento PCI.....	32
Tabla 3. Tipos de falla según PCI	33
Tabla 4. Nivel de severidad según PCI	34
Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo	34
Tabla 6. Operacionalización de variables	45
Tabla 7. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+000 – km 0+036	72
Tabla 8. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+144 – km 0+180	73
Tabla 9. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+288 – km 0+324	74
Tabla 10. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+432 – km 0+468	75
Tabla 11. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+576 – km 0+612	76
Tabla 12. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+720 – km 0+756	77
Tabla 13. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+864 – km 0+900	78
Tabla 14. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+008 – km 1+044	79
Tabla 15. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+152 – km 1+188	80
Tabla 16. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+296 – km 1+332	81
Tabla 17. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+440 – km 1+476	82
Tabla 18. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+512 – km 1+548	83
Tabla 19. Deterioros a lo largo del Jr. Colonos Fundadores	84
Tabla 20. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+000 – km 0+036	86
Tabla 21. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+144 – km 0+180	86
Tabla 22. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+288 – km 0+324	87
Tabla 23. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+432 – km 0+468	87
Tabla 24. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+576 – km 0+612	87
Tabla 25. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+720 – km 0+756	88
Tabla 26. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+864 – km 0+900	88
Tabla 27. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+008 – km 1+044	89
Tabla 28. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+152 – km 1+188	89
Tabla 29. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+296 – km 1+332	90
Tabla 30. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+440 – km 1+476	90

Tabla 31. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+512 – km 1+548	91
Tabla 32. Registro de Conteo de Trafico	92
Tabla 33. Determinación de Esal	93
Tabla 34. Valores de CBR.....	94
Tabla 35. Valores de CBR de diseño	95
Tabla 36. Valores de R para diferentes Tp.....	95
Tabla 37. Valores de Zr para diferentes Tp.....	96
Tabla 38. Valores de Pi y Pt.....	96
Tabla 39. Valores de Δ PSI	97
Tabla 40. Coeficientes Estructurales	98
Tabla 41. Coeficientes de Drenaje	99
Tabla 42. Espesores del Pavimento.....	101

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de tramo.....	20
Figura 2: Valor deducido - Piel de cocodrilo.....	54
Figura 3: Valor deducido - Exudación.....	56
Figura 4: Valor deducido - Agrietamiento en Bloque	57
Figura 5: Valor deducido - Abultamiento.....	58
Figura 6: Valor deducido - Corrugación.....	59
Figura 7: Valor deducido - Depresión	60
Figura 8: Valor deducido - Grieta de borde	61
Figura 9: Valor deducido - Grieta de reflexión de junta.....	62
Figura 10: Valor deducido - Desnivel carril	63
Figura 11: Valor deducido - Grietas Longitudinales y transversales.....	64
Figura 12: Valor deducido - Parcheo y Acometidas	65
Figura 13: Valor deducido - Agregado pulido.....	66
Figura 14: Valor deducido - Hundimientos	67
Figura 15: Valor deducido - Tapas de alcantarilla.....	68
Figura 16: Valor deducido - Ahuellamientos.....	69
Figura 17: Valor deducido - Desplazamiento	70
Figura 18: Valor deducido - Grietas de deslizamiento	70
Figura 19: Valor deducido - Hinchamiento	71
Figura 20: Valor deducido - Desprendimiento de agregados	71
Figura 21: Total Valor Deducido	72
Figura 22: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+000 – km 0+036.....	73
Figura 23: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+144 – km 0+180.....	73
Figura 24: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+288 – km 0+324.....	74
Figura 25: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+432 – km 0+468.....	75
Figura 26: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+576 – km 0+612.....	77
Figura 27: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+720 – km 0+756.....	78
Figura 28: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+864 – km 0+900.....	78
Figura 29: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+008 – km 1+044.....	79
Figura 30: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+152 – km 1+188.....	80
Figura 31: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+296 – km 1+332.....	81
Figura 32: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+440 – km 1+476.....	82
Figura 33: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+512 – km 1+548.....	83
Figura 34: Resumen de Deterioros del Jr. Colonos Fundadores.....	85
Figura 35: PCI del Jr. Colonos Fundadores	85
Figura 36: CBR de diseño.....	94
Figura 37: Calculo de SN según AASHTO 93	99
Figura 38: Ecuaciones para determinar espesores	100
Figura 39: Calculo de espesores del Pavimento	100
Figura 40: Prueba de normalidad de la cantidad de fallas.....	101
Figura 41: Prueba de hipótesis de datos cantidad de fallas	102
Figura 42: Prueba de normalidad cantidad de severidades	103

Figura 43. Prueba de hipótesis de severidades.....	103
Figura 44. Prueba de normalidad de la cantidad de Estado operacional.....	104
Figura 45. Prueba de hipótesis de Estado operacional.....	105
Figura 46. Prueba de normalidad de Reconstrucción.....	105
Figura 47. Prueba de hipótesis de Reconstrucción.....	106

CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Reconocimiento del tramo a evaluar.....	146
Fotografía N° 2: Reconocimiento de falla - Hueco.....	146
Fotografía N° 3: Reconocimiento de la falla – Pulimento	147
Fotografía N° 4: Reconocimiento de falla - Hueco.....	147
Fotografía N° 5: Reconocimiento de falla – Parcheo.....	148
Fotografía N° 6: Reconocimiento de falla – Piel de Cocodrilo.....	148
Fotografía N° 7: Reconocimiento de falla – Hueco	149
Fotografía N° 8: Reconocimiento de falla – Hueco	149
Fotografía N° 9: Reconocimiento de falla – Hueco	150

RESUMEN

En la presente tesis se ha planteado como problema general: ¿Qué propuestas de mejora son eficaces en el pavimento flexible del jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición, Satipo?, Siendo el objetivo general: Plantear propuestas de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición, Y como hipótesis general: El Uso del Método de Índice de Condición permitirá adecuadas propuestas de mejora para el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores, Satipo. En la investigación se empleó el método cuantitativo, es de nivel explicativo, el diseño de investigación es cuasi experimental – no experimental. Afirmando de tal modo que el Jr. Colonos Fundadores, presenta deficiencia en cuanto a su conservación de acuerdo a evaluaciones visuales y técnicas, requiriéndose aplicar propuestas de mejora. Mediante el Método Pavement Condition Index (PCI), se analizó la condición actual del pavimento flexible en el Jr. Colonos Fundadores, Provincia de Satipo, a partir de ello, se pudo plantear adecuadas alternativas de intervención necesarias para mejorar la condición de la vía oscilando desde mantenimientos hasta la Reconstrucción de la vía mencionada.

Palabras clave: Evaluación, Intervención, PCI.

ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been raised: What proposals for improvement are effective in the flexible pavement of the Colonos Fundadores jirón through the use of the Condition Index Method, Satipo?, Being the general objective: Propose proposals for improvement in the Flexible pavement of the Jirón Colonos Fundadores by using the Condition Index Method, and as a general hypothesis: The Use of the Condition Index Method will allow adequate proposals for improvement for the flexible pavement of the Jirón Colonos Fundadores, Satipo. The quantitative method was used in the research, it is of an explanatory level, the research design is quasi-experimental - non-experimental. Affirming in such a way that the Jr. Colonos Fundadores, presents a deficiency in terms of its conservation according to visual and technical evaluations, requiring the application of improvement proposals. Using the Pavement Condition Index (PCI) Method, the current condition of the flexible pavement was analyzed in the Jr. Colonos Fundadores, Satipo Province, from this, it was possible to propose adequate intervention alternatives necessary to improve the condition of the oscillating road from maintenance to the Reconstruction of the aforementioned road.

Key words: Evaluation, Intervention, PCI.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Evaluación y propuestas de mejora para el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición, Satipo”, donde la problemática se origina por la calidad de conservación de la vía, donde actualmente se observa un gran deterioro superficial.

Actualmente existen diversas metodologías para la evaluación de pavimentos, ante ello, se considera como metodología fundamental, las evaluaciones PCI, el cual nos permite generar planes de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las redes viales

Para lograr un mejor entendimiento de la tesis son divididos en seis capítulos en los que se realiza el proceso de análisis en diversas etapas, siguiendo el método científico para lograr resultados confiables, de esta forma se detallan a continuación:

Capítulo I.-En la sección se muestra la descripción del problema, problemas, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos de la investigación.

Capítulo II.-En la presente investigación se presentó antecedentes internacionales y nacionales, las bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

Capítulo III.-Se presenta la hipótesis general, las hipótesis específicas, la definición operacional y conceptual de las variables de la investigación.

Capítulo IV.-En este capítulo se presenta la metodología de la investigación, el tipo, nivel de investigación, diseño, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, las técnicas para el procesamiento y el análisis de datos y los aspectos éticos de la investigación.

Capítulo V.-Los resultados de la investigación se muestran en este capítulo iniciando con el diseño tecnológico, la descripción de los resultados, la contrastación de hipótesis.

Capítulo VI. -En esta sección se muestra el análisis y la discusión de los resultados con los antecedentes encontrados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, matriz de consistencia, y anexos en los que se muestra documentación importante para la investigación.

Bach. Milla Solis, Jhon Alexander

Bach. Rojas Cabada, Lidia Flor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional, el estado de las vías presenta deficiencias, algunos medios de comunicación importantes del país presentan en noticias las consecuencias de no tener una red vial competente que abastezca las diferentes necesidades, algunos fragmentos de dichas noticias son como el mal estado de las vías en Colombia, generan el 35% de sobrecostos a transportadores, según el informe del Consejo Privado de Competitividad, el mal estado de la malla vial provoca demoras en los tiempos de entrega a los puertos generando sobrecostos, el deterioro de las vías y los pavimentos, se conocen como patologías, según el estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras realizado por el convenio interadministrativo entre la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y el Instituto Nacional de Vías INVIAS, se definen los tipos de daños que se presentan en las estructuras de pavimento flexible. (Zamora Castillo, y otros, 2019)

A nivel nacional, es común ver pavimentos flexibles deteriorados ya sea por grietas, envejecimiento, ahuellamiento, etc., de esta forma nos damos cuenta que no

está cumpliendo la vida útil para la que fue diseñado, esta razón nos motivó el realizar nuestra investigación experimental, queremos explicar nuestra hipótesis, mediante las pruebas de laboratorio que valerse de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS, podrá ser una buena oportunidad de solucionar problemas en el pavimento. Concretamente en Lima y Callao se puede visualizar que muchas calles y avenidas están deterioradas, las fallas que se presenta son ahuellamiento, hundimiento, deformación plástica, estos temas mayormente son causas debido al transporte pesado que circula por las calles de Lima. (Villafana Huamán, y otros, 2019)

A nivel local, las vías son un medio que facilita el transporte de las personas de un lugar hacia otro y deben de estar en óptimas condiciones. En la provincia de Satipo se observa, en todas las avenidas primarias y secundarias, que la condición del pavimento tanto flexible como rígido se encuentra en pésimas condiciones. Esto genera malestar al conductor, daños al vehículo y, consecuentemente un gasto innecesario que podría ser evitado si se tomase precauciones anticipadas del mantenimiento del pavimento (Paredes, 2015).

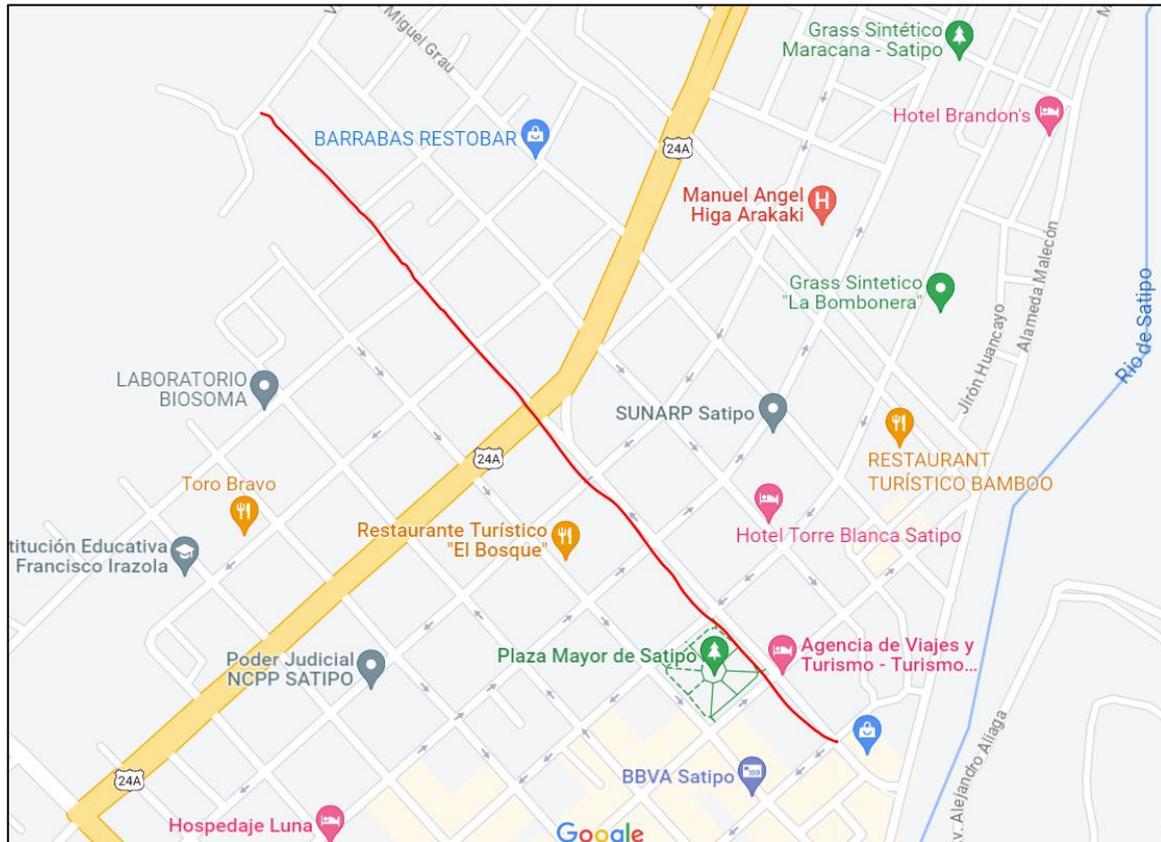
Por este motivo, la presente investigación busca hacer uso del Método de Índice de Condición para determinar la condición superficial del pavimento flexible del jirón Colonos Fundadores, para conocer el estado en la que se encuentra la carpeta asfáltica de la vía y poder aportar nuevos, con la finalidad de hacer propuestas de mejora, para una mejor conservación y durabilidad de esta vía.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

La investigación se llevará a cabo en el departamento de Junín, provincia de Satipo, distrito de Satipo. Se hará las propuestas de mejora para el pavimento flexible del jirón Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento) usando el Método de índice de Condición.

Figura 1: Ubicación de tramo



Fuente: Tomada de “Google Maps”

1.2.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló entre los meses de enero y octubre del 2021.

1.2.3. Económica

La presente investigación fue financiada por los investigadores en su totalidad.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué propuestas de mejora son eficaces en el pavimento flexible del jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición del pavimento, Satipo 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las fallas existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021?
- b) ¿Cuáles son las severidades existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021?
- c) ¿Cuál es el estado operacional de las muestras que componen el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021?
- d) ¿Cuáles son las propuestas de intervención en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación práctica o social

Según (Fernández Bedoya, 2020), “la investigación debe tener cierta relevancia social, logrando ser trascendente para la sociedad y denotando alcance o proyección social. Aduce que un estudio puede ayudar a resolver problemas que afectan a un grupo social, ayudando (por ejemplo) al empoderamiento de grupos vulnerables o al estudio de métodos que ayuden a la alfabetización de grupos de personas”.

Con la presente investigación se busca brindar opciones de rehabilitaciones para la mejora del paso del flujo vehicular por la el Jr. Colonos Fundadores -Satipo, el cual se considera una vía alterna de gran importancia.

1.4.2. Justificación científica o teórica

Según Castro, E (2016), “La justificación teórica se da cuando el propósito del estudio genera reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (pág. 75).

Con esta presente investigación surge de la necesidad de evaluar una vía pavimentada con el método de PCI, con el propósito de determinar el estado de conservación en la evaluación de la superficie de la infraestructura vial.

1.4.3. Justificación metodológica

Según Bernal (2010), “La justificación metodológica se da cuando se realiza un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Esto propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos.” (pág. 26).

La justificación metodológica evalúa con el método PCI para medir el estado de conservación en el Jr. Colonos Fundadores, en ese sentido los datos compilados y procesados servirán de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que engrandecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Planificar propuestas de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición del pavimento, Satipo 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las fallas existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021.
- b) Determinar las severidades existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021.
- c) Determinar el estado operacional de las muestras que componen el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores usando el Método de Índice de Condición del pavimento, Satipo 2021.
- d) Determinar propuestas de intervención en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Lopez Sangama, 2018), presentó la investigación titulada: “Patología del pavimento rígido del jirón Sargento Lores, desde la cuadra 14 hasta la cuadra 20, Iquitos, 2018”, el cual fija como objetivo general: realizar una inspección visual aplicando el método del índice de condición del pavimento para identificar la patología del pavimento rígido del jirón Sargento Lores, desde la cuadra 14 hasta la cuadra 20, ubicado en la ciudad de Iquitos, obteniendo como resultado: se tomaron 08 muestras, um-01: jirón Sargento Lores cuadra 14 que va desde calle estado de Israel-calle las magnolias, um-02: jirón Sargento lores cuadra 15 que va desde las calle magnolias-calle manco Cápac, Um-03: jirón Sargento Lores cuadra 16 que va desde calle manco Cápac - calle Santa Rosa, um-04: jirón Sargento Lores cuadra 17 que va desde calle Santa Rosa - calle Magdalena Nueva, um-05: jirón Sargento Lores cuadra 18 que va desde calle Magdalena Nueva-calle Moyobamba), um-06: jirón Sargento Lores Cuadra 19 que va desde calle Moyobamba-calle Urubamba, um-07: jirón Sargento Lores cuadra 20 que va desde calle Urubamba-

Raúl Pillco Pérez), um-08: Jirón Sargento Lores cuadra 20 que va jirón Pillco Pérez concluyó: en la evaluación del índice de condición del pavimento, las 6 cuadras tuvieron valores diferentes, con patologías predominantes en grieta de esquina, grietas lineales, parcheo grande, parcheo pequeño y punzonamiento. La clasificación fue evaluada en base a buena, regular y malo.

(Granda Hinostroza, 2019), presentó la investigación titulada: “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha– Pasco– 2018”, el cual fija como objetivo general: Evaluar la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha - Pasco - 2018, obteniendo como resultado: El índice del anillo vial tramo Chaupimarca-Yanacancha, es el resultado del promedio de los valores PCI que obtuvimos de las 3 zonas evaluadas; la zona z1 – Chaupimarca tiene un Índice de 46,26 que lo clasifica como estado REGULAR, la zona z2 – Yanacancha Antigua tiene un índice de 22,23 que lo clasifica como MUY MALO y por último la zona z3 – San Juan Pampa tiene un índice de 20,98 que lo clasifica como MUY MALO. y finalmente concluyo: Mediante la metodología del Índice de Condición PCI se obtiene el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee, el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la Metodología PCI al anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha se obtuvo que se encuentra en un estado MALO, ya que posee un índice PCI de 32.

(Tacsá Herrera, 2018), presentó la investigación titulada: Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para

mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado, el cual fija como objetivo general: Proponer alternativas de intervención que permitan mejorar la condición operacional del pavimento flexible existente en el carril segregado del corredor Javier Prado., obteniendo como resultado: Mediante la aplicación del método PCI se pudo determinar que existen 8 tipos de fallas en la vía de estudio, las cuales se listan en función al grado de incidencia: Grietas Piel de Cocodrilo (20%), Grietas Longitudinales/Transversales (18%), Huecos (17%), Ahuellamiento (14%), Desplazamiento (14%), Desprendimiento de Agregados (9%), Depresión (7%) y Agrietamiento en Bloque (2%).. y finalmente concluyo: Mediante la aplicación del Método Pavement Condition Index (PCI) se determinó la condición actual del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado; a partir de ello, se pudo plantear adecuadas alternativas de intervención necesarias para mejorar la condición de la vía.

(Mondragon Guerrero, 2018), presentó la investigación titulada: “Evaluación del índice de condición del pavimento rígido en la calle Mariscal Ureta cuadras 12, 13, y 14 de la ciudad de Jaén - Cajamarca”, el cual fija como objetivo general: determinar el índice de condición del pavimento y el nivel operacional de la superficie de las cuadras 12,13 y 14 de la calle Mariscal Ureta, aplicando el método del índice de condición de pavimento (PCI), empleando la metodología: el presente proyecto fue realizado desde un enfoque cuantitativo, obteniendo como resultado: el estado actual del pavimento rígido de las tres unidades de la calle Mariscal Ureta nos dio como resultado el ponderado de índice de condición del pavimento de 38.58%, catalogándose a la fecha como malo y dando como aceptada nuestra hipótesis. Concluyó: las deficiencias más frecuentes medidas en las tres cuadras de

la calle Mariscal Ureta son: grietas de esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, descascamiento de esquina, desconchamiento, parcheo grande, parcheo pequeño, pulimento de agregado.

(Mori Grandez, 2018), presentó la investigación titulada: “Estudio comparativo de las fallas del pavimento asfáltico con los manuales del PCI y de mantenimiento o conservación vial del MTC en la av. Pedro Beltrán - Ventanilla”. El objetivo del presente trabajo de investigación es investigar las metodologías del manual de mantenimiento o conservación Vial del MTC y del manual del Pavement Condition Index (P.C.I.) “para determinar el índice de condición en los pavimentos asfálticos de la Av. Pedro Beltrán con el fin de elegir un manual que sea de aplicación sencilla para la inspección visual de los pavimentos asfálticos y así lograr alcanzar un estándar ideal”. “Para ello se investigó las normas de estudio para identificar el Índice de Condición de las vías urbanas y se determinó el estado de condición de la Av. Pedro Beltrán aplicando los métodos del manual de mantenimiento o conservación vial” del M.T.C. y del Pavement Condition Index (P.C.I.) para calcular el Índice de condición para analizar y comparar la facilidad de aplicación de los métodos del manual (P.C.I.) para determinar el Índice de condición y proponer su estándar de aplicación. Como conclusión presenta que el manual del P.C.I. “es de uso más práctico y sencillo para evaluar las fallas en un pavimento asfáltico, comparado con el manual de mantenimiento o conservación” vial del M.T.C. debido al uso del software U.N.A.L. P.C.I.A. y al uso práctico del manual.

Bases teóricas y científicas

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Perez Acosta, 2021), presentó la investigación titulada: “Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la Av. La Victoria (Carrera 4 Este) entre calle 37 Sur y calle 27a Sur”, el cual fija como objetivo general: Realizar levantamiento de fallas del pavimento con el fin de examinar el impacto de seguridad y movilidad generado por el mal estado de la Av. La Victoria (carrera 4 Este) entre calle 37 sur y calle 27^a sur, obteniendo como resultado: Auscultación de los tramos, el 10.5 % necesita reconstrucción, el 3.6% mantenimiento periódico y el 57.9 % rehabilitación por lo que se recomienda una intervención tipo rehabilitación en la totalidad del tramo, generando así una solución a largo plazo sobre la movilidad de la zona., y finalmente concluyo: Las patologías que más se presentan en la vía son grietas de esquina, sello de junta y grieta lineal. Estas patologías permiten la filtración de agua, lavando los materiales finos de la capa granular de apoyo situación que genera vacíos, aumentando el riesgo de fallo de las losas generando escalonamientos y desprendimientos.

(Mora Guarnizo, 2020), presentó la investigación titulada: “Evaluación funcional de un pavimento flexible en la vía Espinal – Suarez mediante la aplicación del método PCI – 2020”, el cual fija como objetivo general: Evaluar funcionalmente el deterioro presentado en 3 kilómetros del pavimento flexible que se encuentre entre la vía que comunica el municipio del Espinal al municipio de Suarez pertenecientes del departamento del Tolima por medio del método de PCI para su debido mantenimiento o rehabilitación de la mala vial en el año 2020. obteniendo como resultado: Para concluir, al momento de visualizar las fallas funcionales en la longitud de 3 kilómetros del pavimento flexible de la vía que comunica el Espinal con Suarez del departamento del Tolima., y finalmente concluyo: Se evidenciaron

tipos de daños como piel de cocodrilo del cual se obtuvieron 16 metros de deterioro con severidad baja (L) y 512,50 metros con severidad media (M); parcheo con 20 metros de deterioro con severidad baja (L) y 238 metros con severidad media (M) quedando registrada toda esta información y recopilada se concluye que está en un estado regular.

(Cardenas Lemus et al., 2019), presentaron la investigación titulada: “Auscultación visual realizada mediante el drone Dji Phantom 4 Pro, Con implementación de metodologías Vizir Y PCI para pavimentos flexibles en la carretera 69b Sur entre la avenida Primera de Mayo y Calle 9 A Sur - Barrio Villa Claudia – Ciudad Bogotá”, el cual fija como objetivo general: Realizar el diagnóstico del estado superficial del pavimento, aplicando la metodología francesa VIZIR y la metodología norteamericana PCI, para una posterior comparación en los resultados de cada una, utilizando el drone DJI Phantom 4 Pro, como herramienta fundamental en esta investigación obteniendo como resultado: En el tramo de 0.912 km, en la carrera 69b sur entre la avenida primera de mayo y calle 9 a sur - barrio villa claudia - ciudad Bogotá, los tipos de daños representativos encontrados en el pavimento, a partir de la evaluación realizada en un total de 31 unidades de muestreo, de 30m de longitud cada una, realizada con la metodología PCI son: parcheo con 14.32%, ahuellamiento con 6.78% y desprendimiento de agregados con 2.54% respecto al área del tramo, con un valor de PCI promedio de (52) lo que corresponde a una clasificación del pavimento REGULAR, finalmente concluye: Las dos metodologías aplicadas para la auscultación del tramo de vía en estudio, a pesar de tener diferentes niveles de clasificación, siendo la metodología PCI con más niveles de clasificación (7), respecto a la metodología VIZIR la cual

solo tiene (3) niveles de clasificación, en general dieron como resultado el mismo estado del pavimento, con una clasificación REGULAR.

(Limonés Gabino, 2021), presento la investigación titulada: “Evaluación de los pavimentos flexibles por los métodos PCI Y VIZIR”, el cual fija como objetivo general: Evaluar el estado del pavimento flexible en las vías de los sectores Pueblo Nuevo y Coresa del cantón Salinas, mediante los métodos PCI y VIZIR, con la finalidad de plantear alternativas de mantenimiento que permitan expandir la vida útil del pavimento asfáltico. obteniendo como resultado: Se tomaron 12 muestras que fueron evaluadas por los dos métodos que nos dieron los siguientes resultados; las vías del sector se encuentran en un estado regular con un PCI 40,27 % según este método y un estado regular con un Is de 3 según el VIZIR., finalmente concluye: El método PCI es el método más seguro y confiable para evaluar un pavimento flexible debido a las variantes, formulas y estudio que requiere obteniendo resultados más exactos a la hora de la evaluación final.

(González Fernández, Hilda et al., 2019), presentaron la investigación titulada: “Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice De Condición Del Pavimento (PCI). obteniendo como resultado: Según los valores de PCI obtenidos en las diferentes unidades de muestreo, el pavimento para el tramo objeto de estudio se evalúa de regular. Esta evaluación, aun cuando para el usuario resulta una condición aceptable para su circulación vehicular, es ya una alerta para el Centro Provincial de Vialidad de la necesidad de ser intervenido, máxime cuando el pavimento en algunas de las unidades de muestreo se evalúa de muy malo y fallado., finalmente concluye: La evaluación que se obtiene con la aplicación del PCI en el tramo objeto de estudio se corresponde con la evaluación visual de

especialistas; por tanto, y dada la ausencia de equipos de auscultación en la provincia, el Centro Provincial de Vialidad debe valorar la posibilidad de la implementación de este método, para lograr que los intendentes realicen las evaluaciones con mayor uniformidad y calidad y propuestas de intervención más efectivas y económicas.

2.2. Bases teóricas o científicas

a. Método PCI

La metodología nos permite señalar la situación del pavimento previo a la visualización, reconociendo la clase, severidad y la cantidad de fallas, esta metodología es de simple funcionamiento y no necesita métodos especializados, y se determina de forma indirecta. Su desarrollo se dio entre 1974 - 1976 con el compromiso del centro de ingeniería de la fuerza aérea (EE.UU.) teniendo como fin lograr un sistema de gestión en la conservación de los pavimentos flexibles y rígidos. Este índice constituye el mejor modo y más completo para la calificación y evaluación del pavimento, siendo este adoptado y aceptado como el procedimiento normalizado por algunas fábricas: el APWA (AMERICAN PUBLIC WORK ASSOCIATION) y por el área de defensa (EE.UU.), la aplicación y el procedimiento de análisis se difundió por el ASTM D6433-03.

“El Índice de Condición del Pavimento califica el estado del pavimento, varía desde cero (pavimento en un estado fallado o mal estado), hasta cien (para un pavimento en excelentes condiciones), y esta se va a determinar según su clase, severidad y cantidad. En la siguiente tabla se muestra el rango y la clasificación de la condición de un pavimento”. (Vasquez Varela, 2002)

La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas” o con el clima.

Tabla 1. Escala de clasificación del PCI

RANGO CLASIFICACIÓN	RANGO CLASIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Vásquez, 2006.

De acuerdo a los resultados obtenidos según la clasificación PCI, se podría establecer el tipo de intervención, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de mantenimiento PCI

Rango	Clasificación	Intervención
$71 < PCI \leq 100$	Bueno	Mantenimiento
$31 < PCI \leq 70$	Regular	Rehabilitación
$0 < PCI \leq 30$	Malo	Reconstrucción

Nota: Tipo de intervención de acuerdo al rango del PCI. Adaptado del Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles, por Jugo (2005, p. 4).

Fuente: Jugo, 2005.

Tabla 3. Tipos de falla según PCI

N°	TIPO DE FALLA	UNIDAD DE MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	m ²
2	Exudación	m ²
3	Agrietamiento en bloque	m ²
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m ²
6	Depresión	m ²
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel de calzada	m
10	Grietas longitudinales y transversales	m
11	Parches	m ²
12	Pulimento de agregados	m ²
13	Huecos	und
14	Cruce de vía férrea	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Desplazamiento	m ²
17	Grietas parabólicas	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Peladura y desprendimiento de agregados	m ²

Nota: Se observa los tipos de fallas. Tomado del "Manual del PCI", por Vásquez, 2002.

Fuente: "Manual PCI", Vásquez 2002.

Según la norma ASTM D 6433-03 "Procedimiento Estándar para la Inspección del índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos", indica que el otro factor es el nivel de severidad de la calidad del tránsito, el cual representa el grado de deterioro (entre menos grave y más grave), siendo lo siguiente: (a) bajo [L], donde representa vibraciones agudas del vehículo y no es necesario reducir la velocidad para mantener la seguridad y comodidad del usuario; (b) medio [M] representa vibraciones significativas, donde es necesario la reducción de velocidad donde algunos deterioros como el hundimiento o abultamiento generan un rebote significativo generando incomodidad al usuario; (c) alto [H] es representado por vibraciones excesivas donde se tiene que reducir las velocidades generando incomodidad e inseguridad al usuario.

Tabla 4. Nivel de severidad según PCI

Nivel de severidad		
Low	Baja	L
Medium	Media	M
High	Alta	H

Nota: Se muestra el nivel de severidad que depende de la calidad del tráfico. Elaboración propia.

Fuente: "Manual PCI", Vásquez 2002.

El último parámetro que se debe examinar para calificar un pavimento, son las unidades de muestra de acuerdo a su extensión (área o longitud) que se encuentra afectada por cada tipo de falla; puede variar la magnitud pues se debe considerar al ancho de la calzada para el seccionamiento de las unidades de muestra. En la tabla cinco se detallan la longitud de la muestra según el ancho de la calzada.

Tabla 5. Longitudes de unidades de muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Nota: Se observa la longitud de unidad de muestra según el ancho de la calzada. Tomado del Manual PCI, por Vásquez (2002, pág. 3).

Fuente: "Manual PCI", Vásquez 2002.

- **Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento:**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin.

- **Unidades de muestreo:**

Se divide la vía en secciones o unidades de muestreo, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura

- **Determinación de las unidades de muestreo para evaluación**

En la Evaluación De Una Red vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben “inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante” la Ecuación 1, la cual produce un estimado del P.C.I. ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = 5\%$)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

b. Pavimentos

Es una agrupación superpuesta de capas ubicadas en forma horizontal, que se forman apropiadamente con materia adecuada y en forma compactada. Es así que esta estructura se apoya sobre una vía que fue formada por el movimiento de la tierra, que debe resistir de forma adecuada los esfuerzos que hacen los vehículos que transitan por él, perdurando todo el tiempo por el cual fue diseñada esta estructura.

c. Pavimento flexible

Está formada por una capa bituminosa que se apoya en dos capas poco rígidas que está constituida por la base y la sub base. Dicho pavimento puede despojarse de dichas capas

que dependen básicamente de las exigencias de la obra a realizarse. De la misma manera se puede decir que el pavimento flexible tiene revestimiento asfáltico sobre la base granular, distribuida entre tensiones y deformaciones que son generadas por las ruedas, de esta manera las capas y bases son las que absorben todas las tensiones que hacen sobre ella.

Por este proceso ocurren múltiples deformaciones y fuerzas de tracción en el interior del revestimiento asfáltico esto provocara fisuras internas por las múltiples repeticiones de todas las cargas que son aplicadas en ella. Por este motivo las muchas repeticiones de tensión y las deformaciones que comprimen a las capas de pavimento producen que se formen hundimientos por el excesivo tráfico que debe ser controlado.

d. Serviciabilidad de una vía flexible

Las propiedades operacionales de un pavimento son: el servicio brindado a los beneficiarios y el servicio debe ser calificado como bueno. Es imprescindible medir el grado de servicio para:

- Determinar la condición actual del pavimento.
- Pronosticar la variación de la condición a futuro

El significado de la serviciabilidad se desarrolló asociado con ASHHTO ROAD TEST (1955-1960)

e. Conservación del pavimento flexible

“La conservación del pavimento flexible es el conjunto de acciones para la preservación o mantenimiento de una carretera”. Apolinario, (2012), indicó que están constituidas por “la planificación, la organización, el financiamiento, la ejecución, el control y la operación, para lograr una conservación vial que preserve por un periodo de tiempo las condiciones de seguridad, la fluidez, comodidad de los usuarios” (p. 21).

Según las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007), define como “Conjunto de actividades que se realizan para mantener en buen estado las condiciones físicas del pavimento, y así asegurar el capital ya invertido en la construcción de la infraestructura vial, evitar su deterioro físico prematuro y mantener la vía en condiciones operativas” (p.20).

Así mismo clasifica a la conservación por la frecuencia en que se repiten;

(a) rutinarias y (b) periódicas.

➤ **Conservación rutinaria**

Es el conjunto de actividades de corrección inmediata de defectos, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2007), señala que tiene por objetivo preservar los elementos viales evitando que los deterioros encontrados se desarrollen, por lo que incluye actividades como la limpieza de la calzada y de las obras de drenaje, el corte de la vegetación de la zona del derecho de vía y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma. Dicho de otra manera, estos caminos deben de operar en óptimas condiciones, las cuales no generen riesgos al usuario.

De acuerdo Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, elaborado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2018), indica que “las actividades de conservación rutinaria tienen como finalidad resguardar la seguridad de la vía, para prevenir el desarrollo del deterioro que puedan afectar a los elementos de la infraestructura vial. Asimismo, se espera corregir defectos puntuales que pongan en riesgo la transitabilidad del usuario en aras de evitar accidentes. Por otro lado, menciona que las carreteras de bajo volumen de tránsito

son las de mayor riesgo de circulación, es por ello que aún de evitarse se tome acciones de carácter rutinario”. Las actividades que se consideran son las siguientes: Sellado de fisuras y grietas en calzada Esta actividad que consiste en la limpieza de las grietas y relleno de las mismas con la aplicación de un producto bituminoso sellante, en frío o en caliente, con la finalidad de prevenir el ingreso de agua y que materiales ajenos dañen la estructura del pavimento. Así mismo este tratamiento es óptimo para sellar fisuras de tipo longitudinal y transversal a fin de retardar la reflexión de grietas., mas no para las que están interconectados entre sí como los del tipo piel de cocodrilo (Manual de Carreteras Mantenimiento de Conservación Vial, 2008).

- **Parchado profundo en calzada**

Esta actividad consiste en la remoción y reposición de áreas localizadas severamente dañadas en el pavimento para corregir defectos relacionados con un deterioro estructural (no solo en la capa de rodadura, sino además en las siguientes capas) o problemas de humedad, de materiales o de construcción. El objetivo de esta intervención es recuperar la condición estructural para una adecuada circulación vehicular. “Es recomendable para áreas agrietadas por fatiga de alta gravedad llamadas también piel de cocodrilo, para baches mayores a 50 mm, o en donde el 10 % de la longitud de grietas presenta pérdida de material”. (Manual de Carreteras Mantenimiento Conservación Vial, 2008).

- **Parchado superficial en calzada**

La intervención no requiere remoción del pavimento, pues su reparación es en la capa de rodadura, con el fin de ofrecer un tránsito seguro y cómodo, así mismo para retardar daños mayores. “Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) con espesores

por lo general entre 2 y 4 cm, en áreas localizadas que presenten fallas como los baches menores a 50 mm, deformaciones, hundimientos y/o disgregación”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2008).

➤ **Conservación periódica**

Es el conjunto de actividades, programadas cada cierto periodo (por lo general de más de un año), con la finalidad de que los deterioros no empeoren, así mismo recuperar y proteger las condiciones de servicio de la vía. De acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, (2007), las actividades que se desarrollan son las siguientes: “la colocación de capas de refuerzo o recapados en pavimentos asfálticos y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino” (p.20). Según el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial (2018), en la conservación periódica se busca rescatar los elementos que constituyen la calzada y la berma, su corrección es puntual. Así mismo señala que la actividad a realizar consiste en la colocación de un sello o de un micro pavimento, y de ser necesario reforzarla, también es necesario que se programe actividades rutinarias del año para el tramo intervenido. Las actividades que se consideran son las siguientes

- **Fresado de carpeta asfáltica**

Esta actividad tiene como fin alisar superficies deformadas, remover elevaciones y corrugaciones, reducir el ahuellamiento antes de la ejecución de otras acciones, o recuperar las condiciones superficiales y estructurales del pavimento. “Su intervención consiste el cortado total o parcial de la capa de rodadura del pavimento”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2008)

- **Micro fresado de carpeta asfáltica**

También llamado cepillado superficial, tiene como fin el corregir irregularidades que presenta la capa de rodadura del pavimento, “recuperando así las condiciones estructurales y superficiales del pavimento, ofreciendo un óptimo nivel de servicio. Esta actividad consiste en cortar superficialmente la capa de rodadura del pavimento”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2008).

- **Sellos asfálticos**

La intervención tiene como finalidad el prevenir o corregir daños, recuperando así las condiciones superficiales del pavimento, mejorando su impermeabilidad o rejuveneciéndola. “Los sellos asfálticos son utilizados si presentan síntomas de disgregación por desgaste, por escasez en la dosificación del asfalto o por envejecimiento del pavimento; por lo que contribuye en una adecuada circulación vehicular. Las principales técnicas son: sello de arena – asfalto, lechadas asfálticas, tratamiento superficial simple, sellos con emulsión asfáltica”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2008)

- **Recapeos asfálticos**

Esta actividad consiste en aplicar una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura, tiene como finalidad el recuperar la superficie y estructura del pavimento, y así tener un tránsito vehicular seguro, cómodo y económico. “Su intervención se realiza cuando el pavimento se encuentra en un estado regular, dicho de otra manera, cuando el valor del IRI se encuentre entre 2.8 m/km y 4.0 m/km”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial2008, p.357)

2.3. Marco conceptual

a. Auscultación:

“Los pavimentos a través de los años presentan una condición de los daños sufridos, por lo que se indagan las causas que los han producido. Para realizar la evaluación existen diferentes tipos de metodologías, para catalogar los daños y realizar un diagnóstico de los pavimentos”. (Jugo,2005)

b. AASHTO:

“El método de diseño de AASHTO se basa en ecuaciones empíricas obtenidas de las pruebas de carreteras de AASHO, y su propósito es desarrollar tablas, gráficos y fórmulas para representar el deterioro de la relación entre los diferentes segmentos de carreteras de prueba”. (AASHTO, 1993)

c. Conservación rutinaria

“Son actividades repetitivas que se efectúan continuamente en diferentes tramos de la vía”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2018)

d. Conservación periódica

“Actividades que se repiten en lapsos más prolongados, de varios meses o de más de un año”. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2018)

e. Índice de condición del pavimento (PCI)

“Es una técnica para determinar el estado de la superficie de la carretera mediante inspección visual, para determinar el tipo, severidad y número de fallas encontradas, en un método que es fácil de implementar y no requiere herramientas especializadas, ya que se mide la condición de la superficie de la carretera. Indirectamente”. (Vásquez, Índice de Condición del Pavimento (PCI) para Pavimentos de Concreto y Asfalto en Carreteras, 2002).

f. Pavimentos flexibles

“Paquete estructural, conformado por una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas (base y sub rasante), cuya sección total se deflecta o flexiona”. (Montejo, 2002. P. 02)

g. Reconstrucción:

“Reparación o nueva construcción de una cosa destruida, deteriorada o dañada”. (Jugo, 2005).

h. Rehabilitación:

“Conjunto de técnicas y métodos que sirven para recuperar una función”. (Jugo, 2005).

i. Serviciabilidad:

“La capacidad de servicio se utiliza como una medida del desempeño del pavimento en relación con la seguridad y la comodidad que puede proporcionar a los beneficiarios mientras conducen por la carretera”. (AASHTO, 1993)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El Uso del Método de Índice de Condición permitirá adecuadas propuestas de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores, Satipo.

3.1.2. Hipótesis específica

- a) Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.
- b) Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son de los 3 tipos.
- c) El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores es Malo.
- d) La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a. Variable independiente (X)

Evaluación superficial del pavimento flexible

“La evaluación del pavimento flexible es aquella actividad que se realiza con la finalidad de calcular, valorar y establecer importancias de datos acuerdo a los datos obtenidos durante el desarrollo del proceso operativo debido a que el pavimento se encuentra conformados por capas de una determinada carpeta de asfalto donde la superficie de rodamiento permite las pequeñas deformaciones de ciertas capas inferiores el cual asegura que la estructura falle”. (Ramos Romero, 2021)

b. Variable dependiente (Y)

Índice de condición

“El Índice de Condición del Pavimento califica el estado del pavimento, varía desde cero (pavimento en un estado fallado o mal estado), hasta cien (para un pavimento en excelentes condiciones), y esta se va a determinar según su clase, severidad y cantidad”. (Vásquez, 2002)

3.2.2. Definición operacional de la variable

a. Variable independiente (X)

Evaluación superficial del pavimento flexible

Dimensiones:

- D1: Estado de conservación

A su vez esta dimensión dispone de un indicador.

b. Variable dependiente (Y)

Índice de condición

Dimensiones:

- D1: Tipos de Falla
- D2: Severidad de Fallas
- D3: Estado operacional
- D4: Reparación de Fallas

A su vez cada una de las dimensiones dispone de un indicador. su vez estas dimensiones están operacionalizadas con sus respectivos indicadores.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS
FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO”**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<p align="center">Variable Independiente:</p> <p>Evaluación Superficial del pavimento flexible</p>	<p>“La evaluación del pavimento flexible es aquella actividad que se realiza con la finalidad de calcular, valorar y establecer importancias de datos acuerdo a los datos obtenidos durante el desarrollo del proceso operativo debido a que el pavimento se encuentra conformados por capas de una determinada carpeta de asfalto donde la superficie de rodamiento permite las pequeñas deformaciones de ciertas capas inferiores el cual asegura que la estructura falle”. (Ramos Romero, 2021)</p>	<p>Evaluación Superficial del pavimento flexible se operacionaliza, mediante sus dimensiones.</p> <p>- D1: Estado de conservación</p> <p>A su vez esta dimensión dispone de un indicador.</p>	<p>Estado de conservación de</p>	<p>Condición superficial</p>	<p>Evaluación técnica</p>		X			
<p align="center">Variable dependiente:</p> <p>Índice de condición</p>	<p>El Índice de Condición del Pavimento califica el estado del pavimento, varía desde cero (pavimento en un estado fallado o mal estado), hasta cien (para un pavimento en excelentes condiciones), y esta se va a determinar según su clase, severidad y cantidad. (Vásquez, 2002)</p>	<p>Índice de condición se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:</p> <p>- D1: Tipo de Fallas - D2: Severidad de Fallas - D3: Estado operacional - D4: Reparación de fallas</p> <p>A su vez cada una de las dimensiones dispone de un indicador.</p>	<p>Tipo de Fallas</p>	<p>Grieta piel de cocodrilo Exudación de asfalto Agrietamiento en bloque o contracción Abultamiento y hundimiento Corrugación Depresión Grieta de borde Grieta de reflexión de junta Grieta longitudinal y transversal Parcheo (baches y zanjas reparadas) Pulimento de agregados Huecos Desplazamiento Grieta parabólica (slippage) Hincharamiento Desprendimiento de agregados gruesos</p>	<p>Evaluación Visual Ficha PCI</p>		X			
			<p>Severidad de fallas</p>	<p>BAJO MEDIO ALTO</p>	<p>Evaluación visual Ficha PCI</p>	X				

			Estado operacional	FALLA	Evaluación visual Ficha PCI	X					
				MUY MALO							
				MALO							
				REGULAR							
				BUENO							
				MUY BUENO							
			EXCELENTE								
			Reparación de fallas	OPCIONES DE MANTENIMIENTO	Opciones de reparación de falla	X					
				RECONSTRUCCION DE VIAS							

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Según Raffino (2020) “el método cuantitativo es todo aquello que usa valores numéricos para estudiar un fenómeno y como consecuencia obtiene conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática”. (p.13)

La presente tesis busca medir las cantidades de fallas y severidades en el Jr. Colonos Fundadores.

Según estas consideraciones en la presente investigación se aplicará el *método cuantitativo*.

4.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez (2020), “Este tipo de investigación busca que el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas”. (p. 35)

A través de ella se busca conocer, construir, proceder y cambiar una situación problemática. Asimismo, tiene el interés de aplicar los conocimientos teóricos sobre una

problemática.

Según estas consideraciones, la presente investigación será de *tipo aplicada*.

4.3. Nivel de la investigación

De acuerdo con Sánchez Carlessi, Reyes Romero, & Mejía Sáenz (2018), “El nivel de investigación muestra una relación causal que persigue o se acerca a la resolución del problema que intenta encontrar las causas de este”.

El nivel de investigación fue explicativo, el cual se realiza luego de conocer las características del fenómeno o hecho que se investiga las variables y las causas que han determinado que tenga tales y cuales características.

Tomando en cuenta los conceptos antes mencionados la investigación es de *nivel explicativo*.

4.4. Diseño de la investigación

Según (Maldonado Pinto, 2018), se “trata de una técnica que pertenece al ámbito de la estadística que permite valorar las causas y los efectos que tiene una variable sobre otra dentro de una investigación experimental, también aísla la variable independiente del interés que pretende eliminar cualquier tipo de variable extraña”.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, pues busca probar la existencia de una relación causal manipulando una variable independiente, para observar su efecto en una o más variables.

Según el análisis, el diseño que se empleará en la presente investigación será *Cuasi experimental – no experimental*.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Lopez (2022), “Se define a la población como un conjunto de elementos o materiales que muestran las mismas características y propiedades semejantes y son medibles”. (pág. 182)

La población está constituida para esta investigación por el Jr. Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento) - Satipo.

4.5.2. Muestra

Según Carrasco Díaz (2016), “Esta es una cantidad pequeña que se vienen a considerar representativa de un total de población, siendo más accesible para el estudio y análisis”. (pág. 237)

En este parte consideramos como muestra a 12 unidades muestrales calculados mediante PCI, con ancho de calzada de 7.20 m y una longitud de 36.0 m en el Jr. Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento) - Satipo.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (García Dihigo, 2018), “es el conjunto de reglas y procedimientos que permiten al investigador establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación, mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información”.

4.6.1. Técnica

a) Observación

Para el desarrollo del problema de esta investigación se realizó como técnica inicial el recorrido y reconocimiento mediante inspección visual para identificar los tipos de fallas o fisuras superficiales el cual presentó el tramo a evaluar (Jr. Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento)).

b) Bibliografía

Se tuvo en cuenta la teoría necesaria para identificar y clasificar las fallas de acuerdo a la metodología PCI.

4.6.2. Instrumentos

Formatos de campo para toma de datos

4.6.3. Recolección de datos

Se registrará en campo, los tipos de fallas observadas y analizadas de acuerdo al manual PCI.

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

4.7.1. Procesamiento de la información

Las técnicas utilizadas en este estudio fueron observacionales incluidos un proceso estructurado, legal y honesto para determinar las herramientas optimas a utilizar para encontrar la magnitud de los defectos resultantes. Además, para el análisis se utilizaron hojas de Excel y fichas técnicas PCI.

4.7.1.1. Pre campo

- Elaboración de fichas

4.7.1.2. Campo

- Recopilación de información

4.7.1.3. Gabinete

- Procesamiento de datos.

4.7.1.4. Elaboración de informe

- Elaboración del marco teórico.
- Elaboración del marco metodológico.
- Redacción de los resultados, discusiones, conclusiones, recomendaciones y anexos.

4.7.2. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas para dicha investigación serán a nivel descriptivo-explicativo; porque todos los datos se presentarán en una manera numérica y descriptiva.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Según lo mencionado por Espinoza, (2020) “Las investigaciones con una metodología cuantitativa presenta aspectos técnicos en los que se conserva el bienestar de los animales, objetos y personas que viven y se encuentran dentro de la zona de estudio sin afectar su desarrollo natural, esto durante el proceso de obtención de información para la investigación”

En la investigación se asegura el bienestar de los agentes involucrados dentro de un área de estudio al no provocar algún cambio significativo en su entorno de desarrollo. Además, la información recolectada fue citada de acuerdo a las normas para no transgredir los derechos del autor que se fueron a mencionar por el autor dando así legitimidad a los autores de las investigaciones.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Información preliminar para la aplicación del método PCI en pavimento flexible

5.1.1. Unidades de muestra

Se divide en secciones, el cual variara de acuerdo al tipo de pavimento, considerando que el ancho de la vía debe contener un área aproximado entre los valores de $232 \pm 93 \text{ m}^2$.

Para la presente investigación se tomará un ancho de calzada de 7.20 m y una longitud de 36.0 m, llegando a obtener un área de 259.2 m², el cual es un valor dentro de lo establecido según el manual PCI.

5.1.2. Determinación del número de unidades de muestra a inspeccionar

Se llegará a obtener una estimación adecuada en la estadística con un 95 % de confiabilidad del PCI en la sección

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2}$$

Donde: n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

De dicha ecuación se llega a obtener un valor de 12 unidades a ser evaluadas.

5.1.3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior

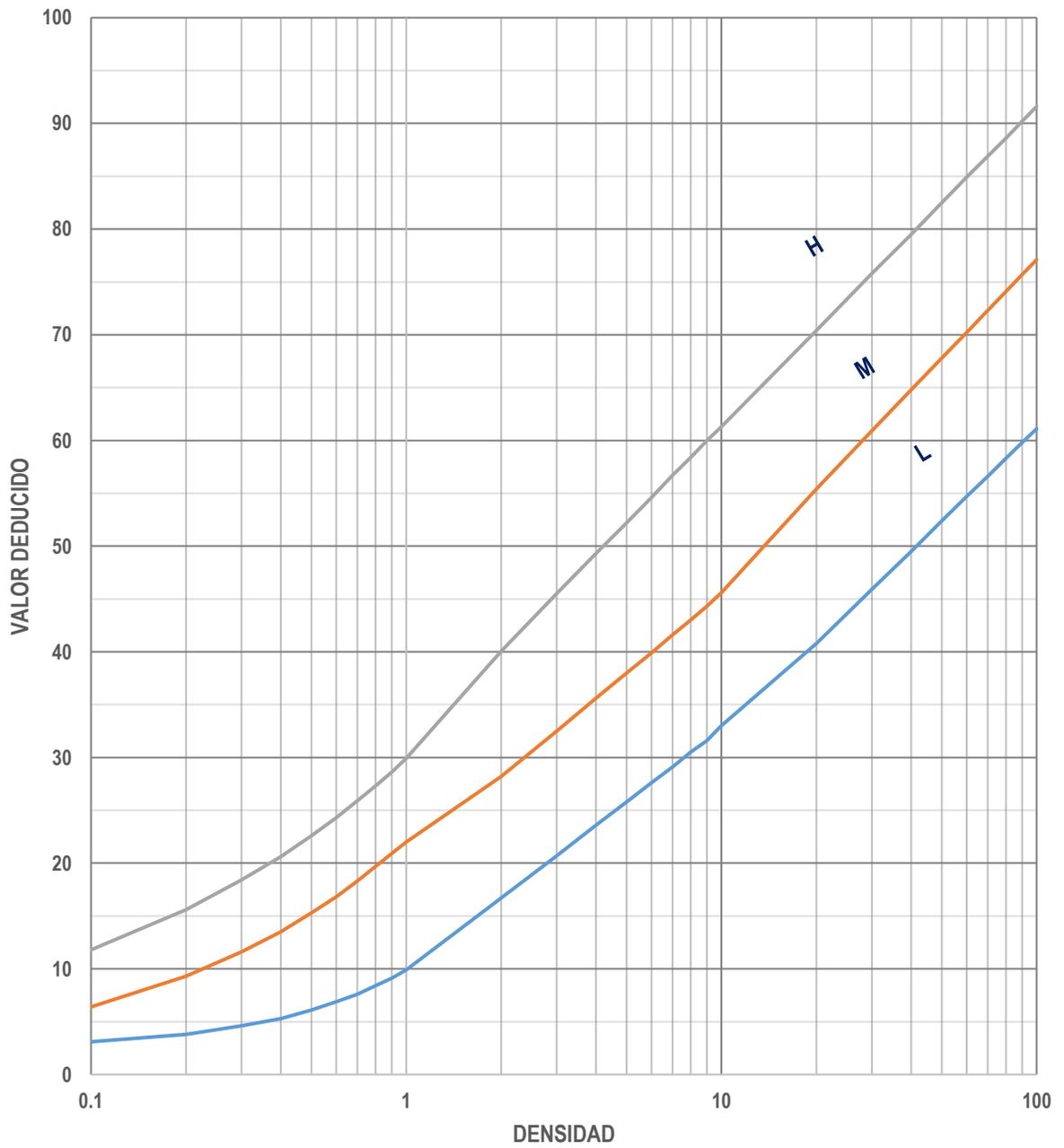
Para tal caso llegando a obtener un valor de 3 intervalos de 4 espacios.

Por lo tanto, nuestro tramo de estudio es de 1 050 metros, cuyo ancho de calzada es de 7.20 metros, las unidades de muestra tienen una longitud de 36 metros, por lo tanto, cada unidad de muestra tendrá un área de 259.2 metros cuadrados (m²). *A lo largo de los 1 050 metros de nuestra carretera en estudio se inspeccionaron 12 unidades de muestra en intervalos de 3 espacios.*

5.1.4. Tipos de fallas – Curva Valor deducido vs Densidad

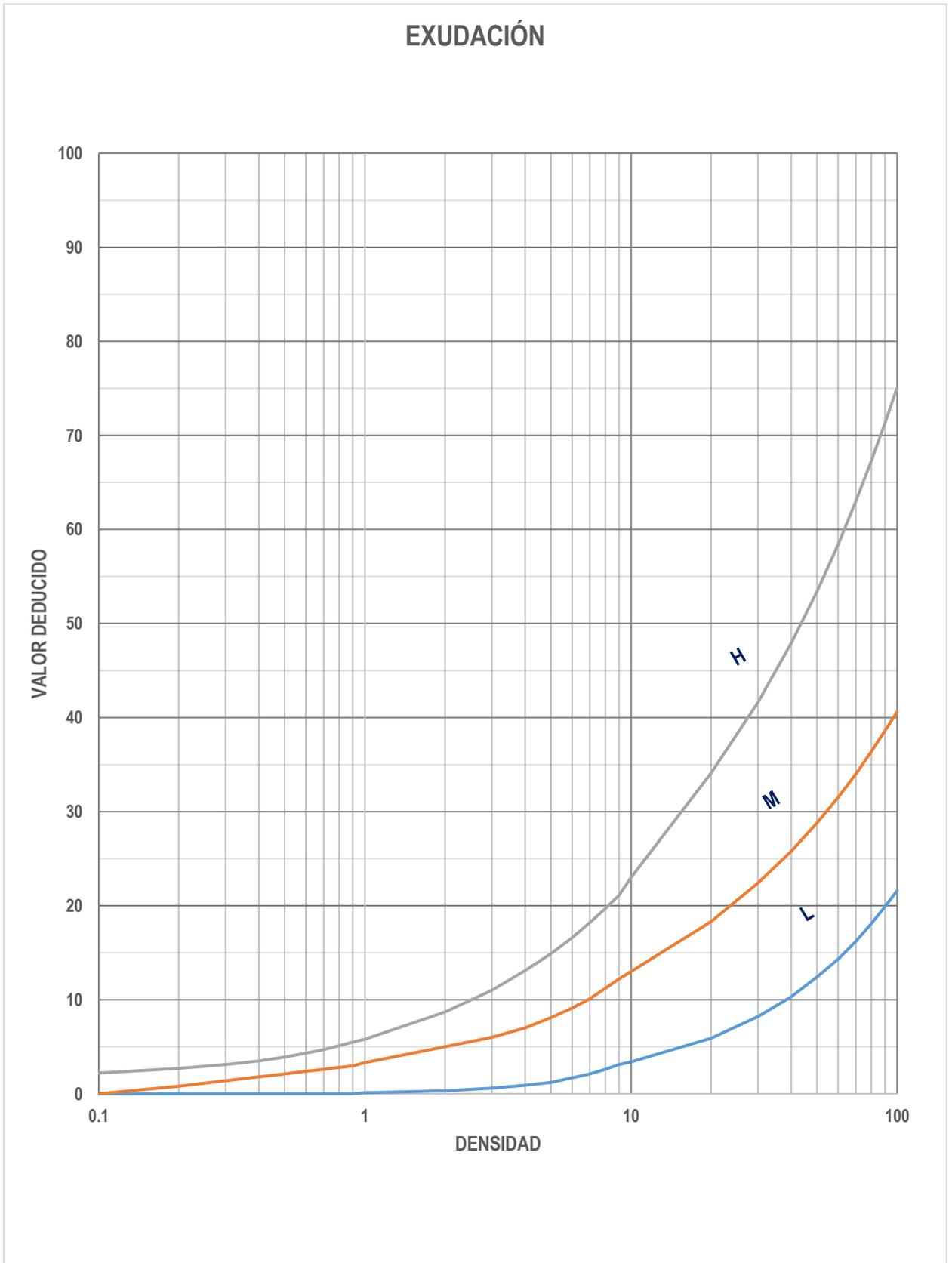
Figura 2: Valor deducido - Piel de cocodrilo

PIEL DE COCODRILO



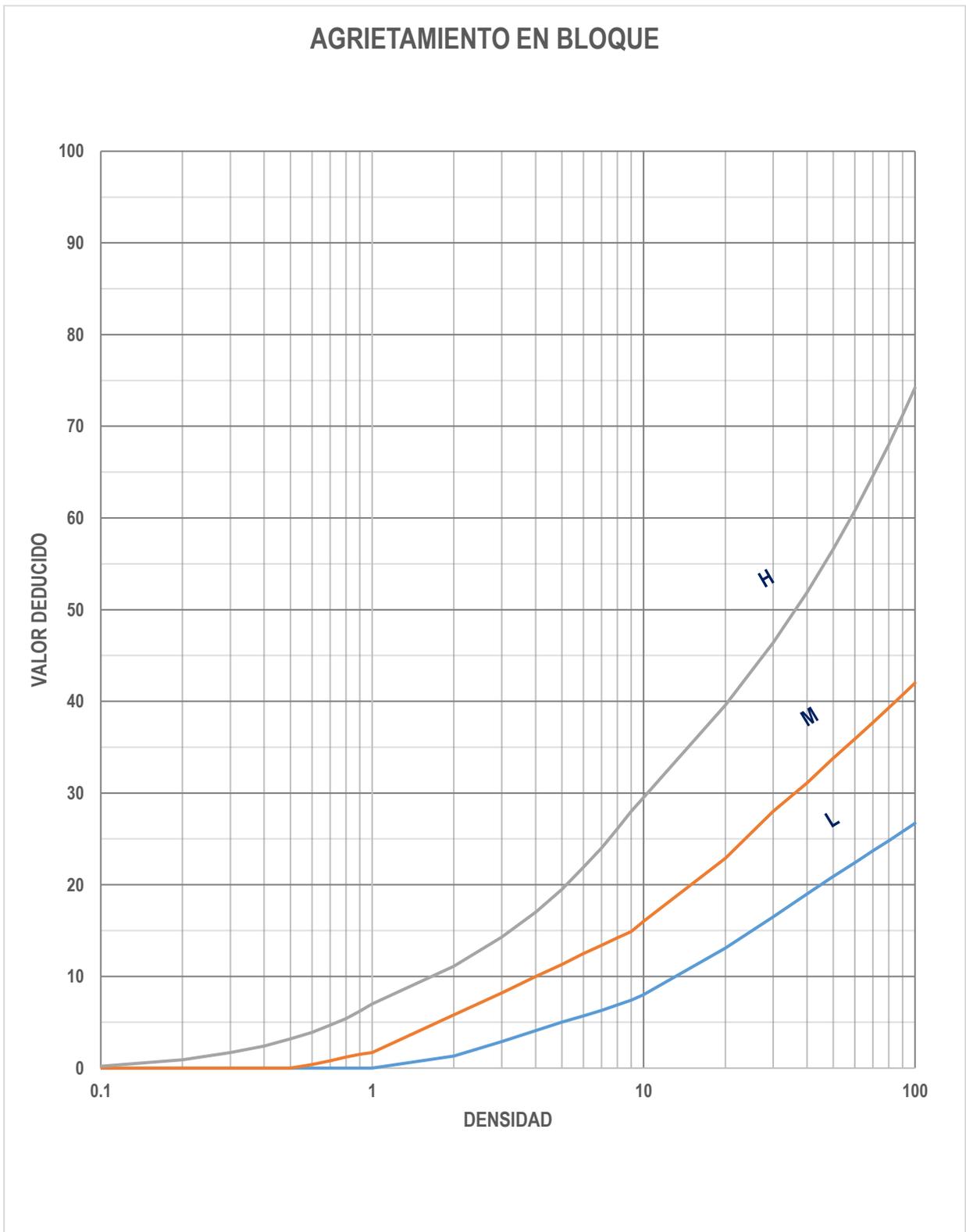
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Valor deducido - Exudación



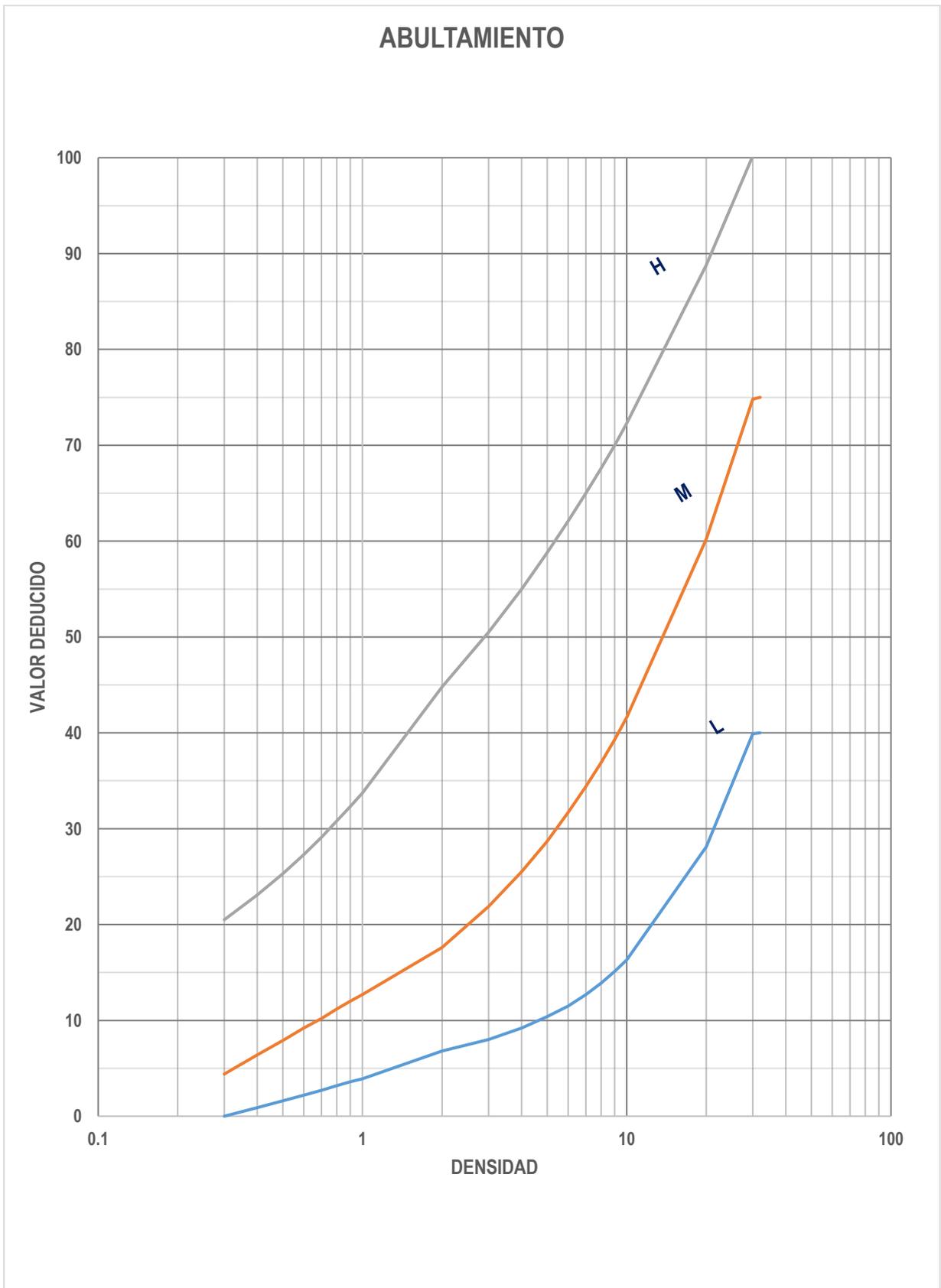
Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Valor deducido - Agrietamiento en Bloque



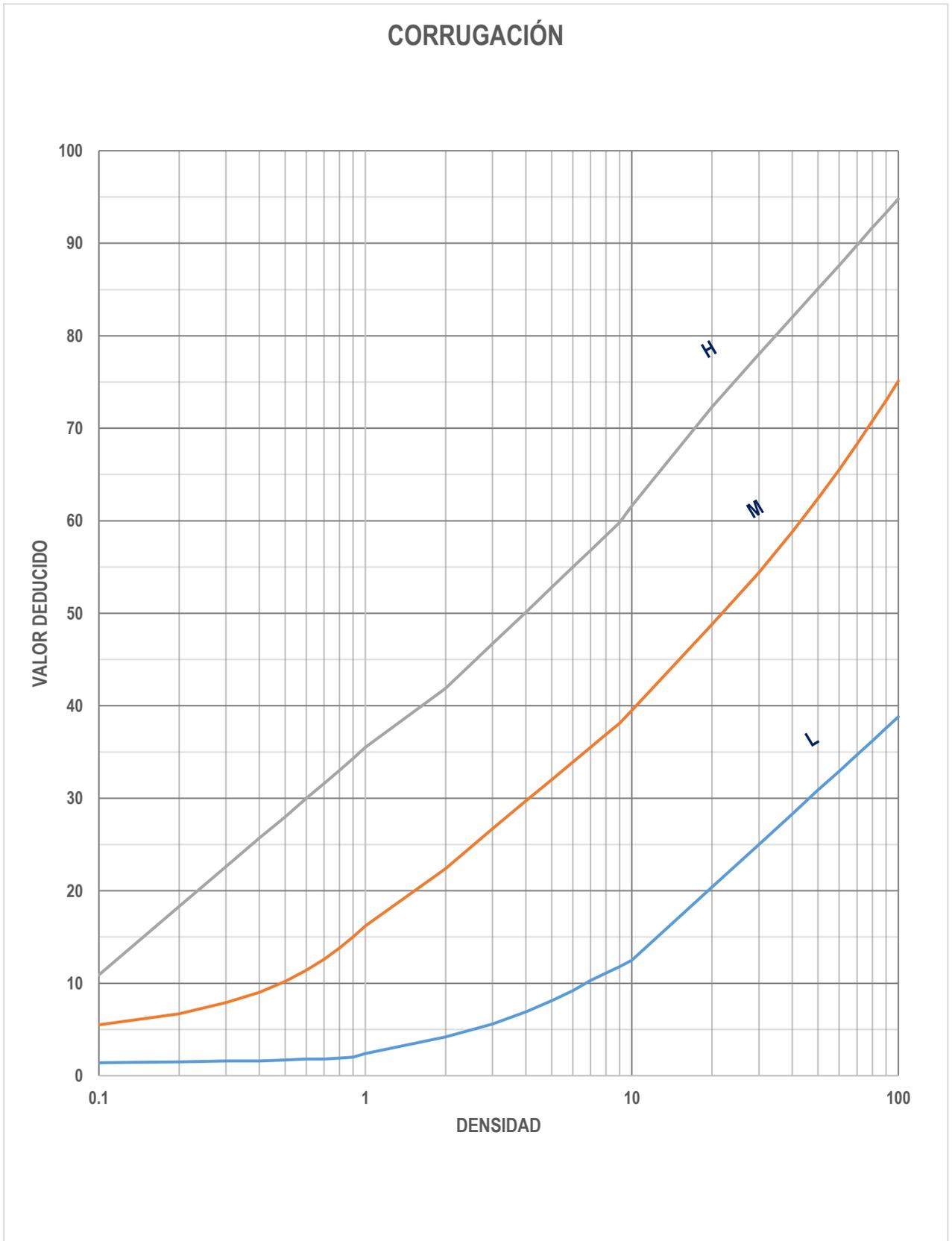
Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Valor deducido - Abultamiento



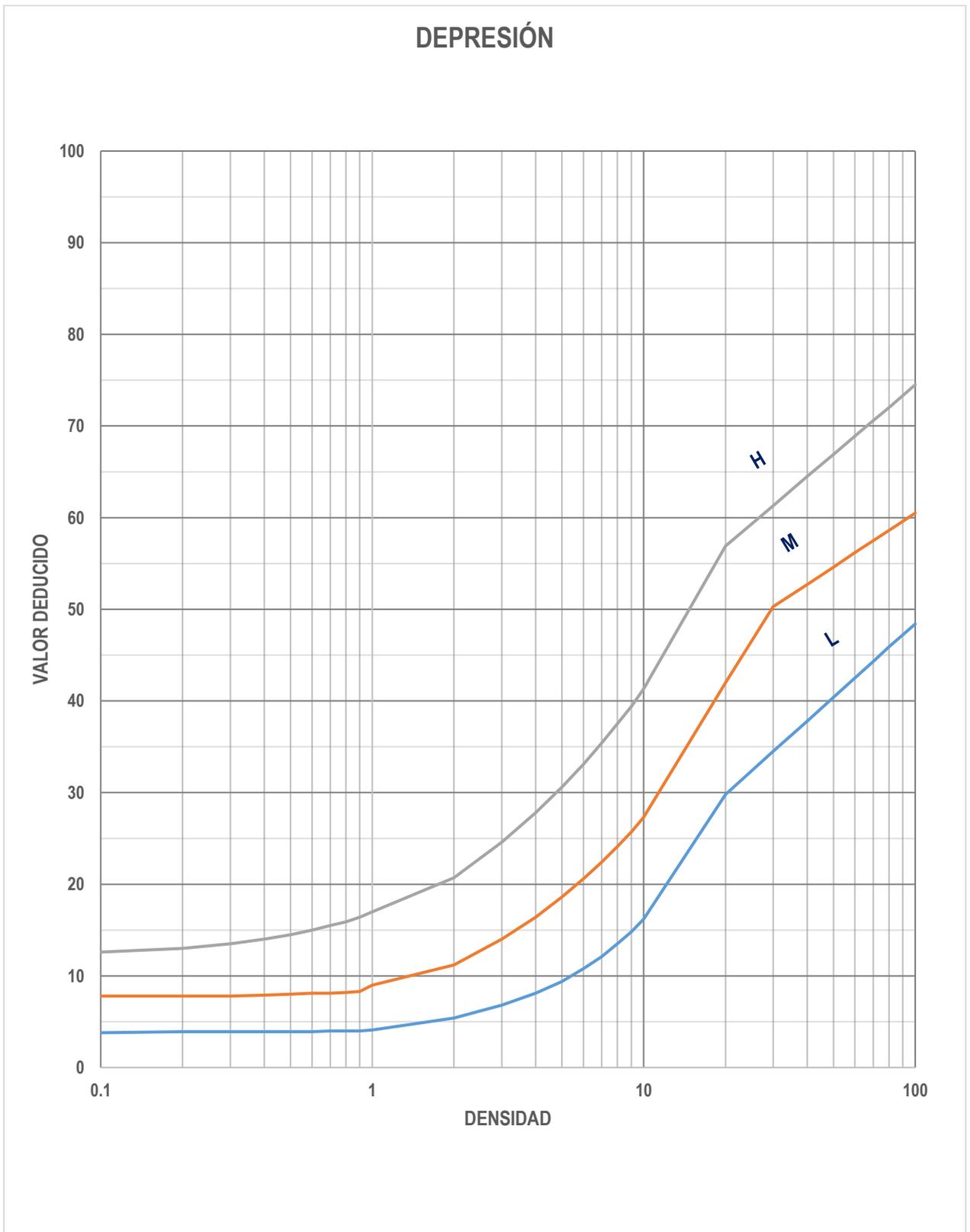
Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Valor deducido - Corrugación



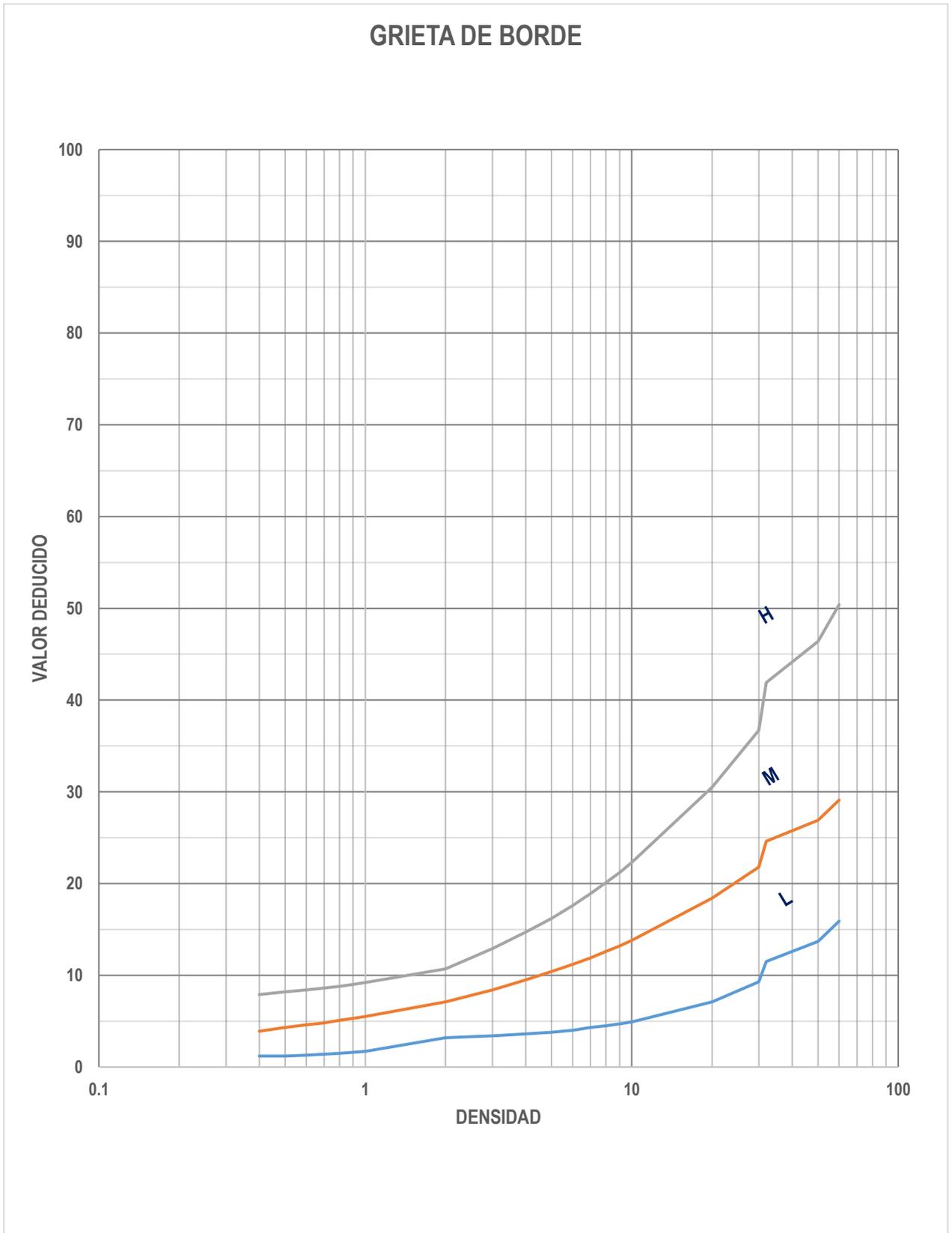
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Valor deducido - Depresión



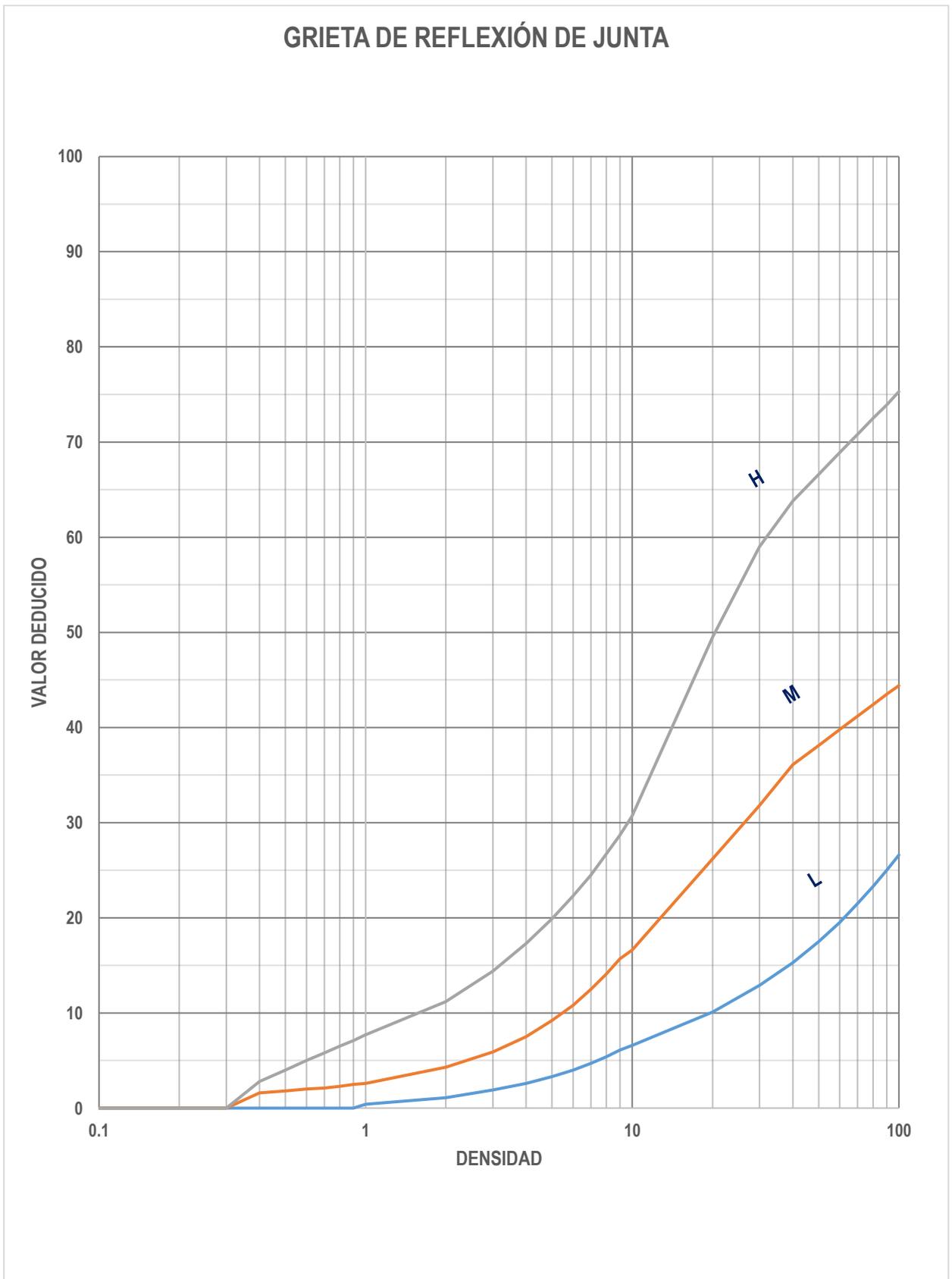
Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Valor deducido - Grieta de borde



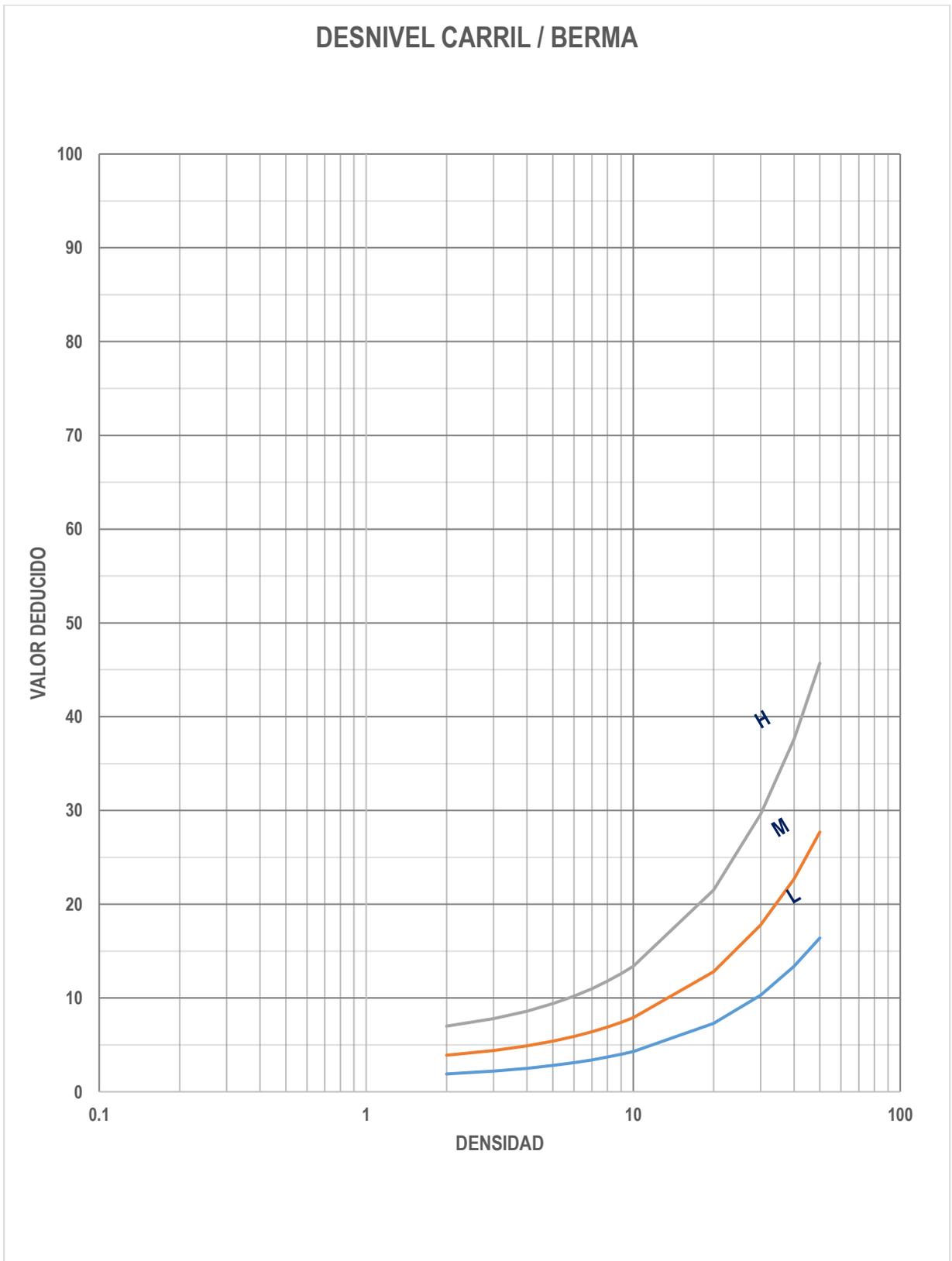
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Valor deducido - Grieta de reflexión de junta



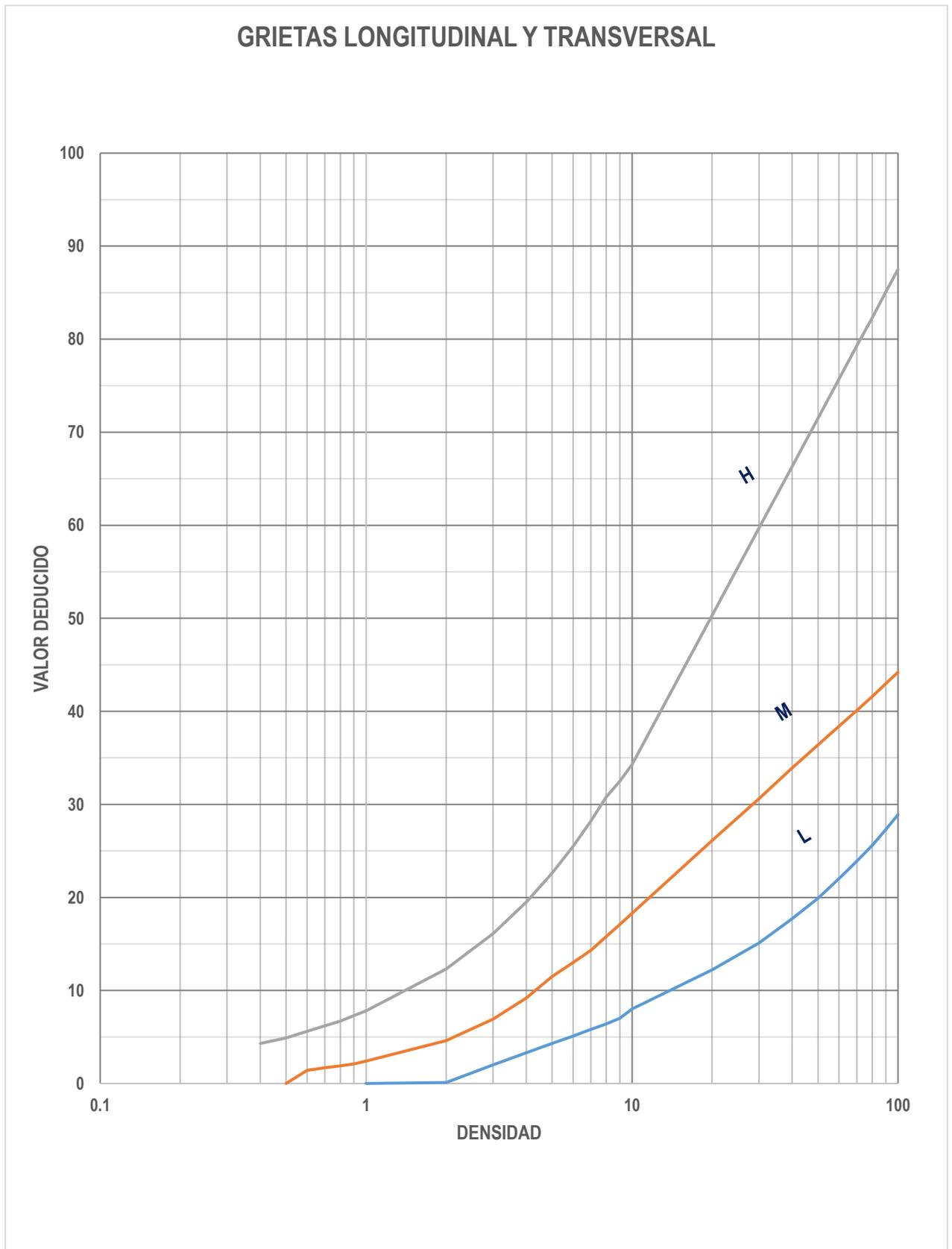
Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Valor deducido - Desnivel carril



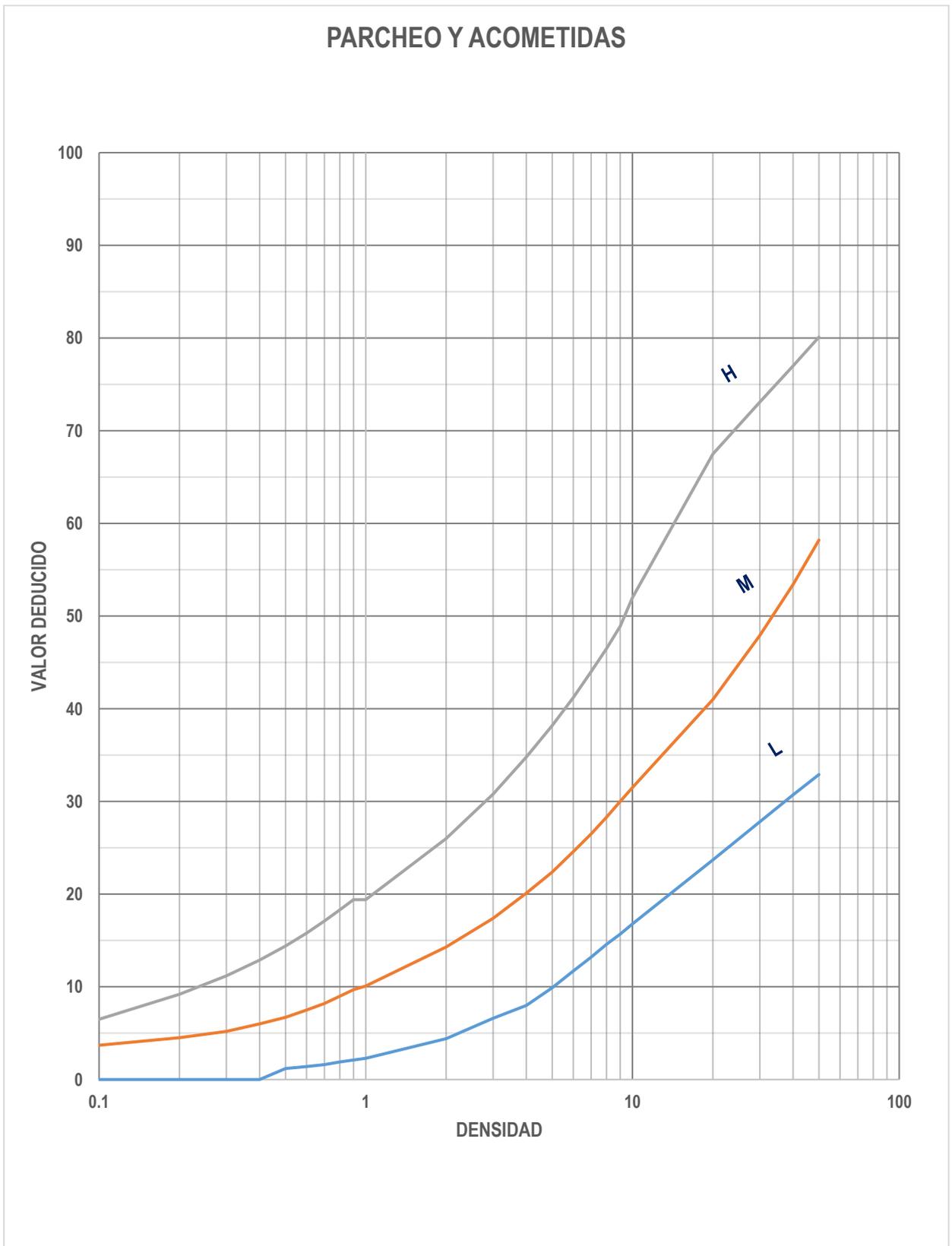
Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Valor deducido - Grietas Longitudinales y transversales



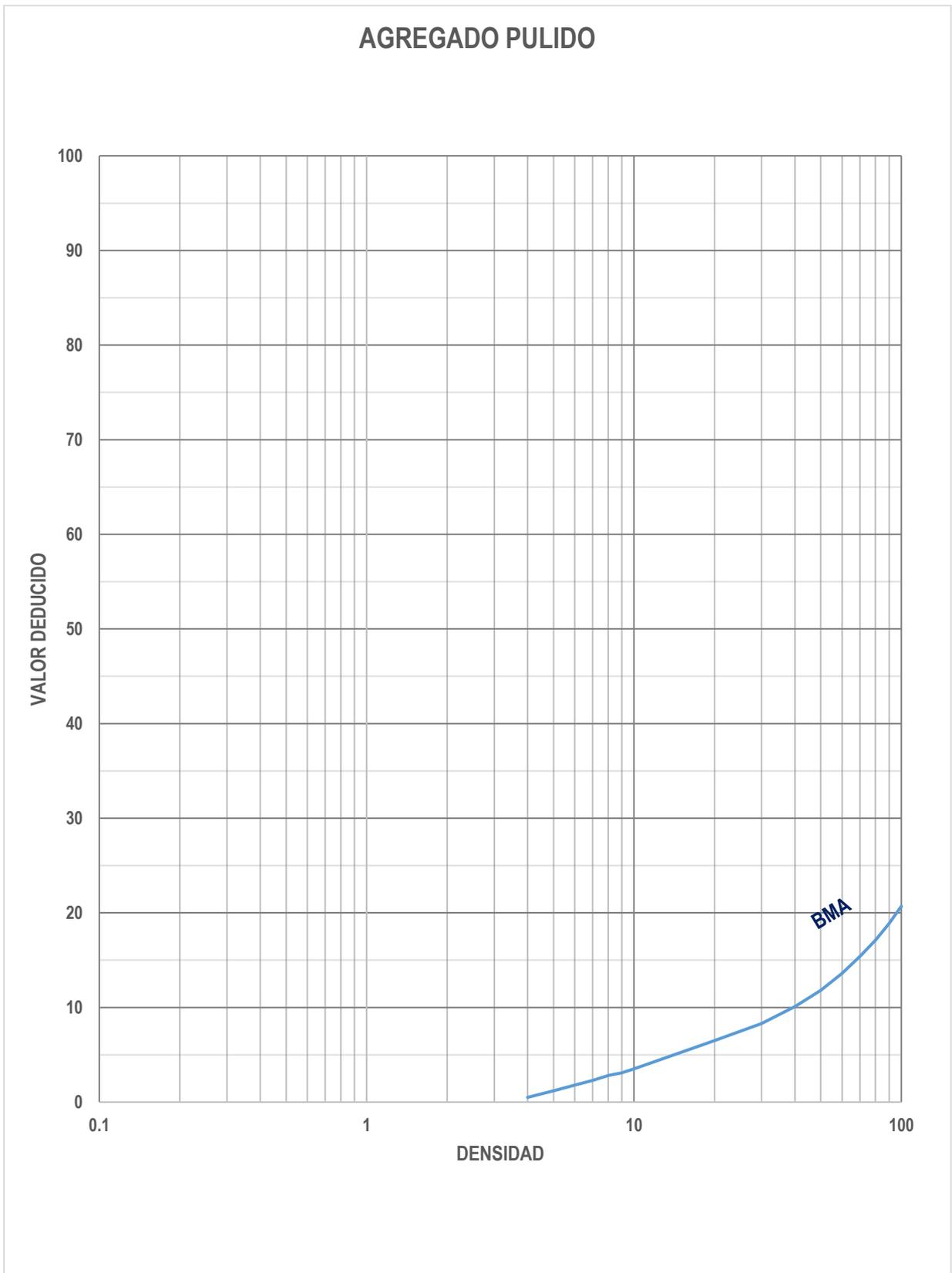
Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Valor deducido - Parcheo y Acometidas



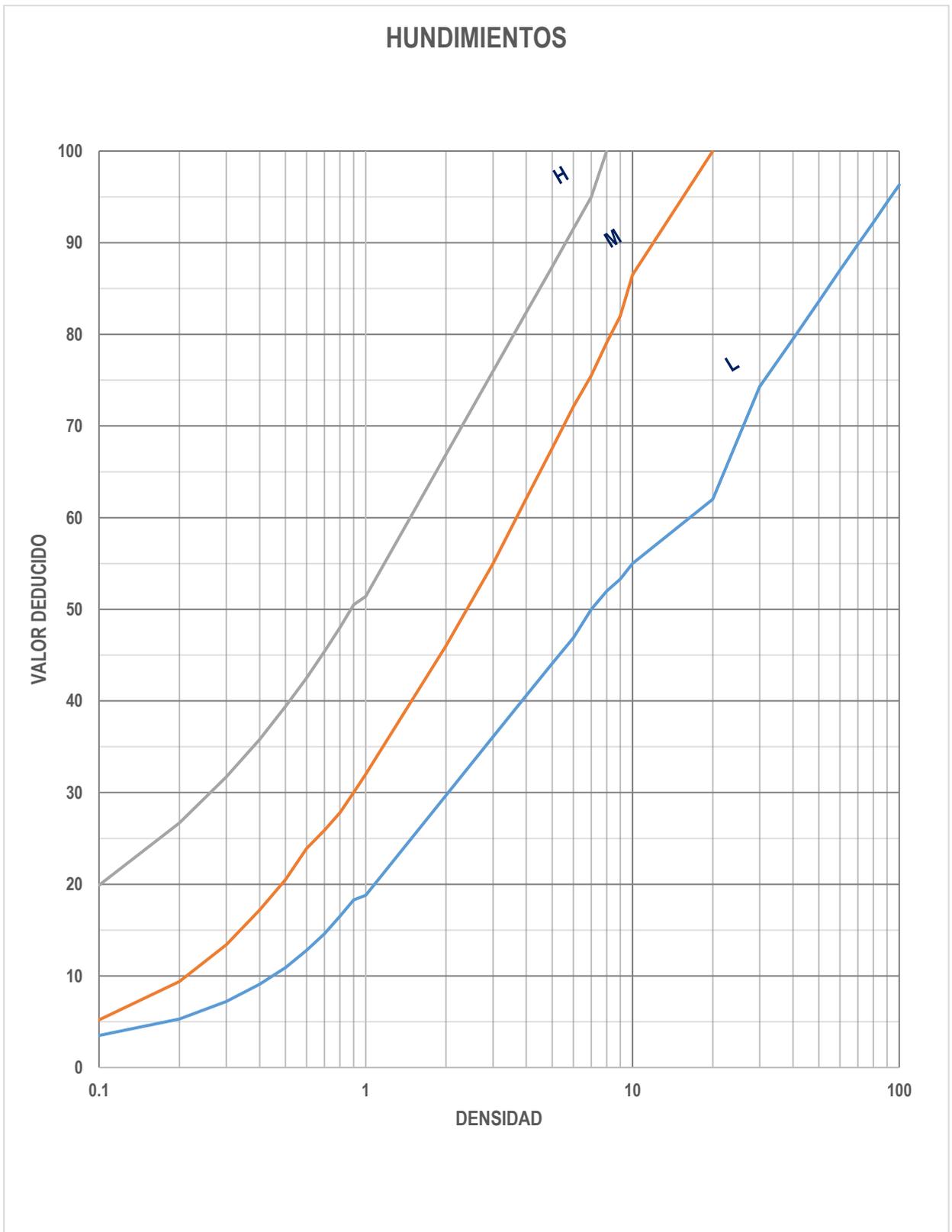
Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Valor deducido - Agregado pulido



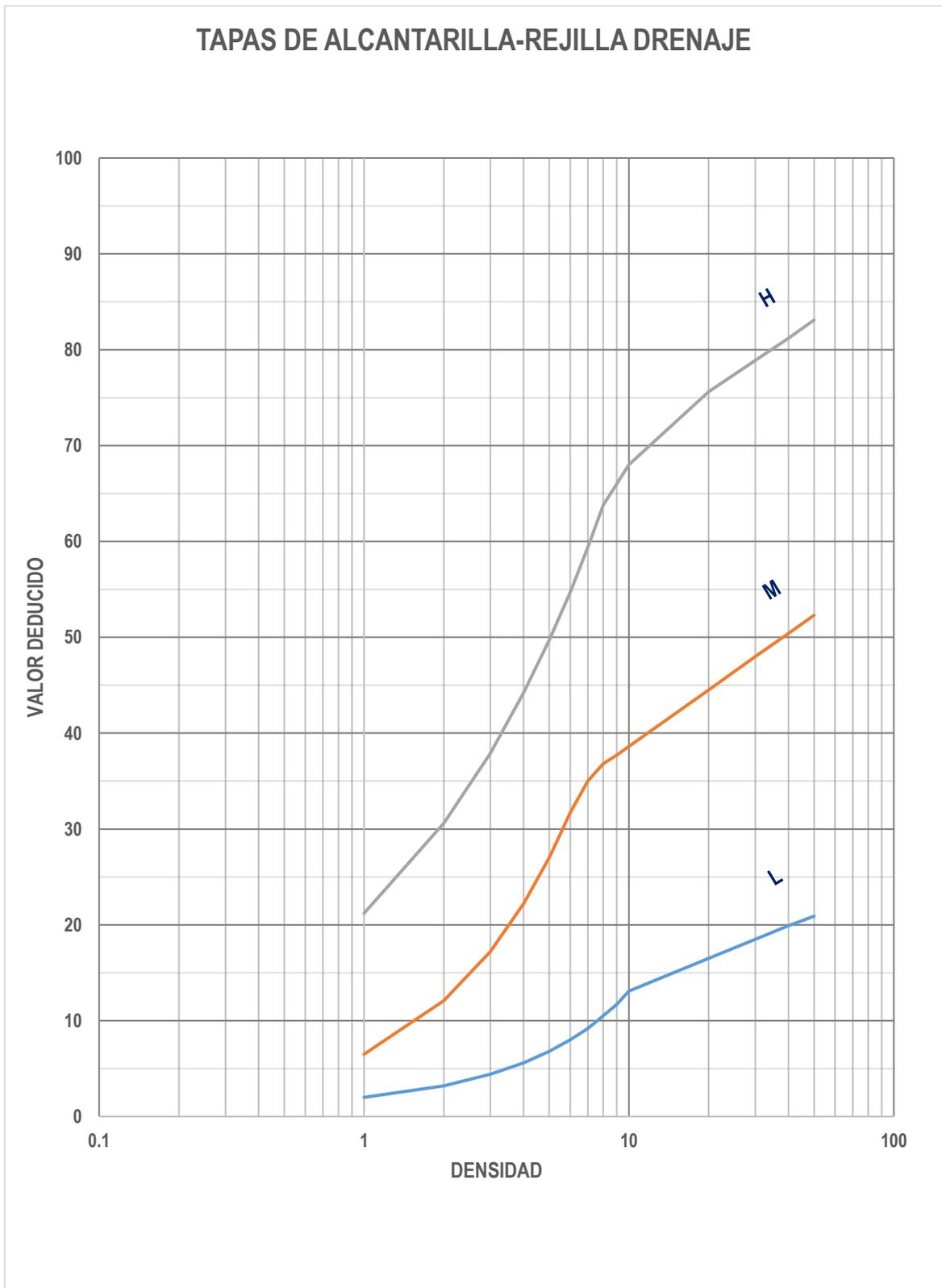
Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Valor deducido - Hundimientos



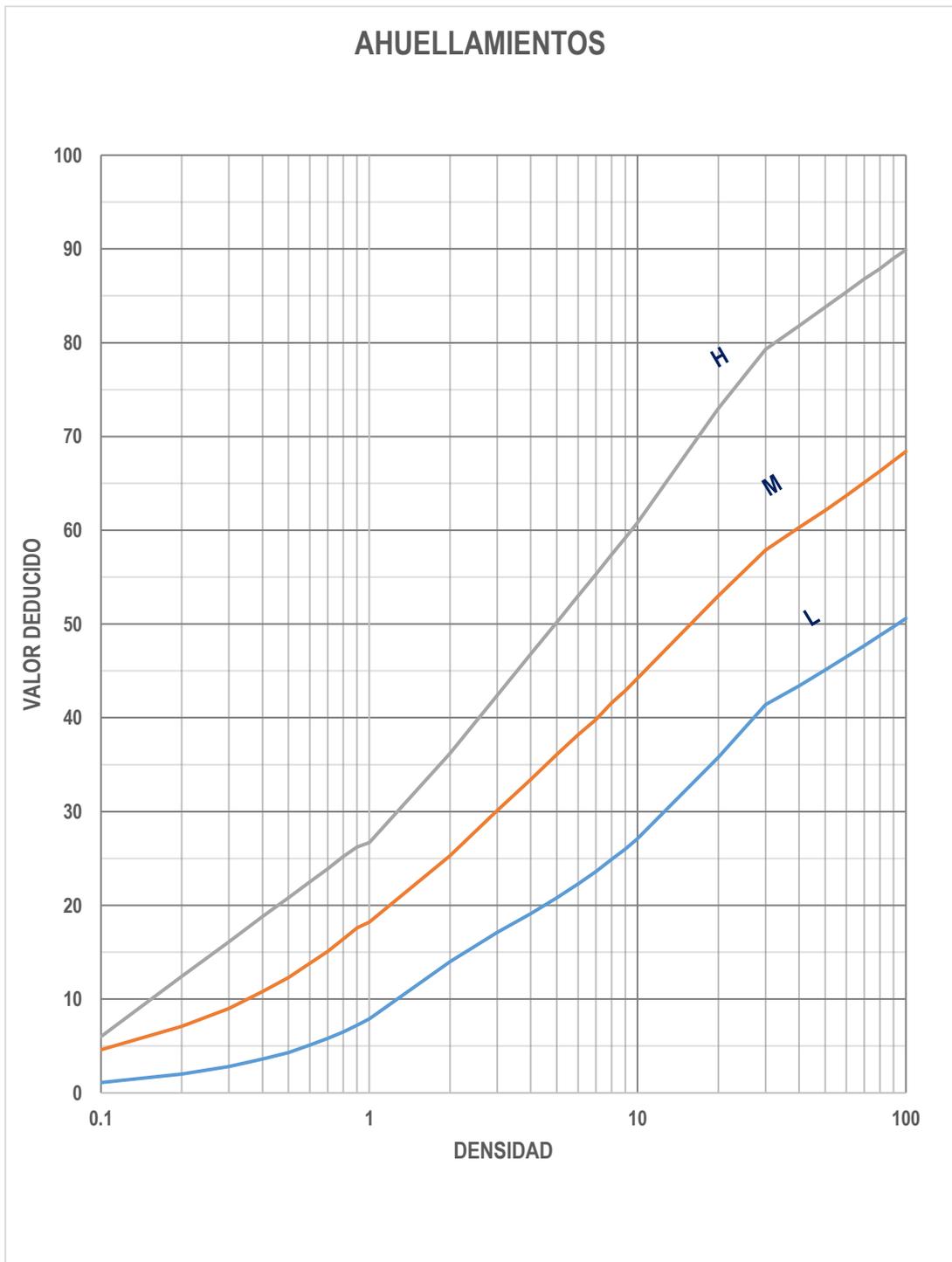
Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Valor deducido - Tapas de alcantarilla



Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Valor deducido - Ahuellamientos



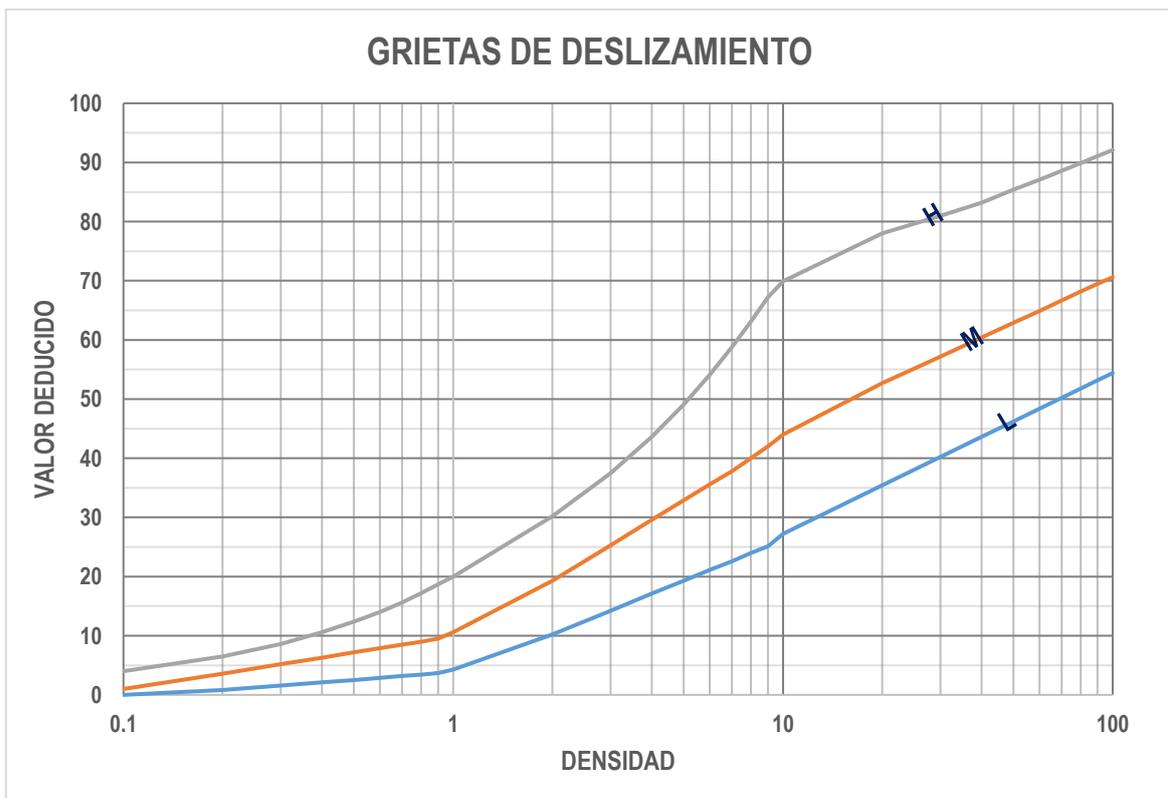
Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Valor deducido - Desplazamiento



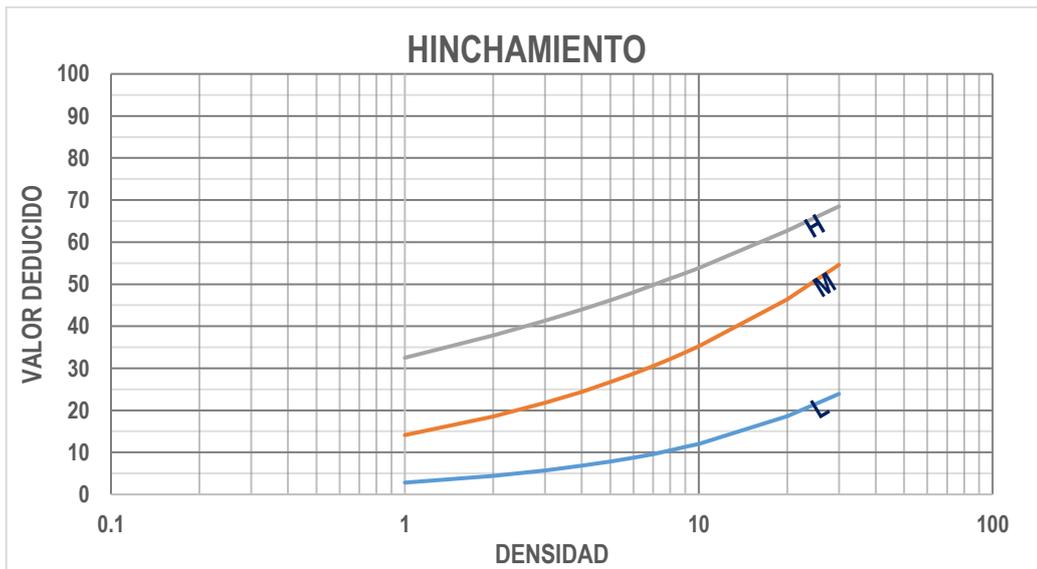
Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Valor deducido - Grietas de deslizamiento



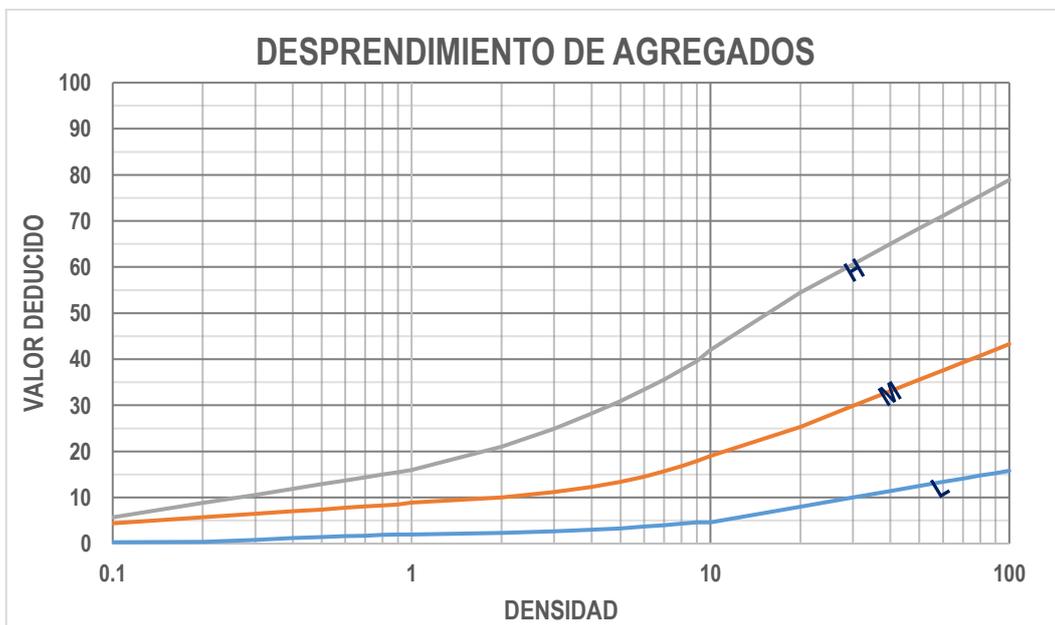
Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Valor deducido - Hinchamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Valor deducido - Desprendimiento de agregados



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Total Valor Deducido



Fuente: Elaboración propia

5.2. Descripción de resultados – Deterioros y severidades PCI

5.2.1. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+000 – km 0+036

Tabla 7. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+000 – km 0+036

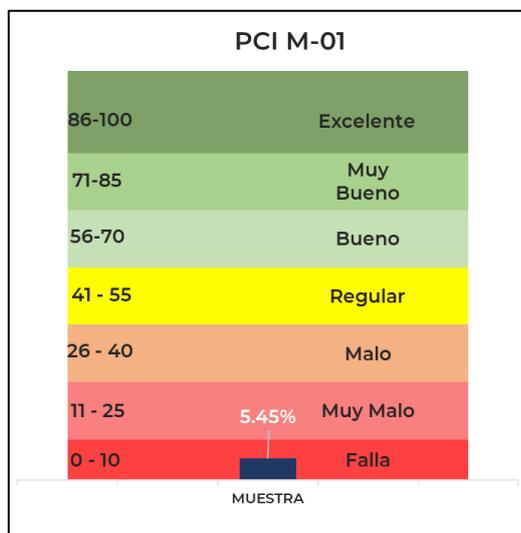
TRAMO:	: 0+000 Km	-	: 0+036 Km	
<i>Tipo de daño</i>				<i>Área</i> <i>Severidad</i>
Grieta piel de cocodrilo				53.11 m ² Baja
Grieta piel de cocodrilo				35.40 m ² Media
Grieta piel de cocodrilo				136.52 m ² Alta
Agrietamiento en bloque o contracción				13.66 m ² Alta
Grieta longitudinal y transversal				17.62 m ² Alta
Parcheo (baches y zanjas reparadas)				13.66 m ² Alta
Huecos				1.02 m ² Media

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 7**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Baja, Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 22**, muestra la calificación PCI, con un valor de 5.45 y una condición de tipo: Falla.

Figura 22: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+000 – km 0+036



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+144 – km 0+180

Tabla 8. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+144 – km 0+180

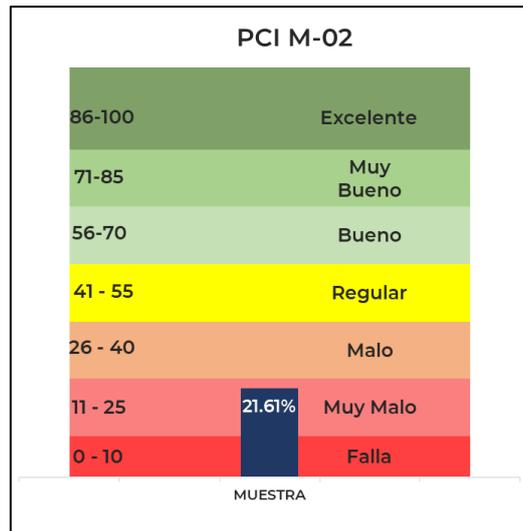
TRAMO:	: 0+144 Km	-	: 0+180 Km		
<i>Tipo de daño</i>				<i>Área</i>	<i>Severidad</i>
Grieta piel de cocodrilo				16.26 m2	Alta
Agrietamiento en bloque o contracción				45.48 m2	Alta
Corrugación				15.02 m2	Media
Grieta de borde				1.45 m2	Alta
Desnivel carril / berma				0.04 m2	Baja
Grieta longitudinal y transversal				6.23 m2	Media
Grieta longitudinal y transversal				3.03 m2	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 8**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Baja, Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 23**, muestra la calificación PCI, con un valor de 21.61 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 23: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+144 – km 0+180



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+288 – km 0+324

Tabla 9. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+288 – km 0+324

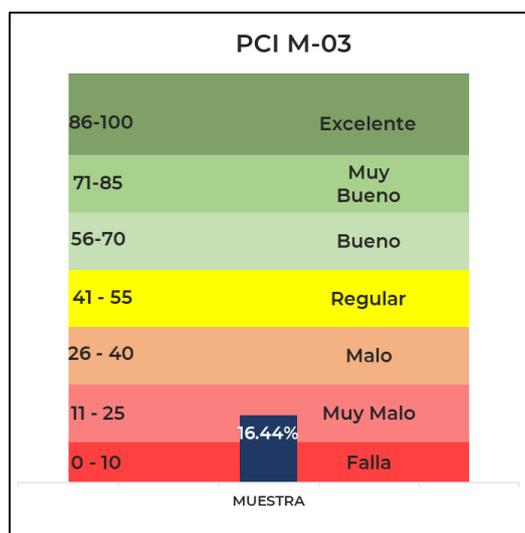
TRAMO:	: 0+288 Km	-	: 0+324 Km		
Tipo de daño				Área	Severidad
Grieta piel de cocodrilo				41.03 m ²	Media
Grieta longitudinal y transversal				7.12 m ²	Alta
Parqueo (baches y zanjas reparadas)				3.25 m ²	Media
Huecos				1.20 m ²	Alta
Desprendimiento de agregados gruesos				33.66 m ²	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 9**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 5 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 24**, muestra la calificación PCI, con un valor de 16.44 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 24: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+288 – km 0+324



Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+432 – km 0+468

Tabla 10. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+432 – km 0+468

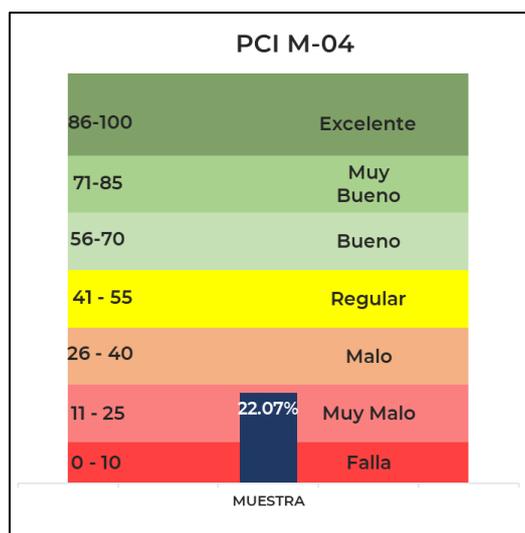
TRAMO:	: 0+432 Km	-	: 0+468 Km
Tipo de daño	Área		Severidad
Grieta piel de cocodrilo	53.09 m2		Media
Desnivel carril / berma	0.05 m2		Media
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	8.75 m2		Alta
Huecos	2.02 m2		Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 10**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 4 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 25**, muestra la calificación PCI, con un valor de 22.07 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 25: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+432 – km 0+468



Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+576 – km 0+612

Tabla 11. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+576 – km 0+612

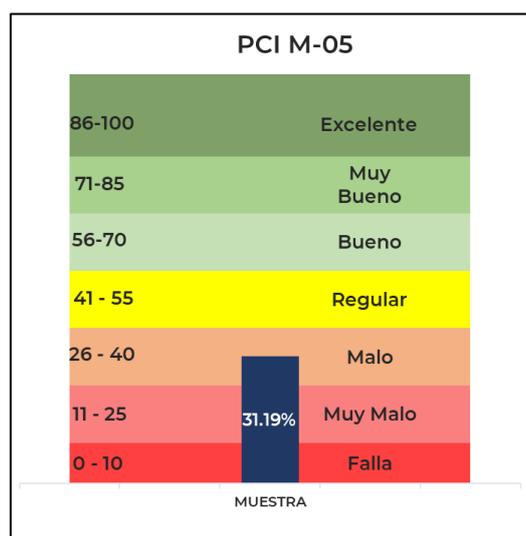
TRAMO:	: 0+576 Km	-	: 0+612 Km	
<i>Tipo de daño</i>				<i>Área</i> <i>Severidad</i>
Grieta piel de cocodrilo				7.22 m2 Alta
Agrietamiento en bloque o contracción				1.12 m2 Alta
Desnivel carril / berma				0.06 m2 Media
Grieta longitudinal y transversal				31.27 m2 Alta
Parqueo (baches y zanjas reparadas)				2.88 m2 Alta
Pulimento de agregados				213.77 m2 ---

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 11**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 6 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 26**, muestra la calificación PCI, con un valor de 31.19 y una condición de tipo: Malo.

Figura 26: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+576 – km 0+612



Fuente: Elaboración propia.

5.2.6. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+720 – km 0+756

Tabla 12. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+720 – km 0+756

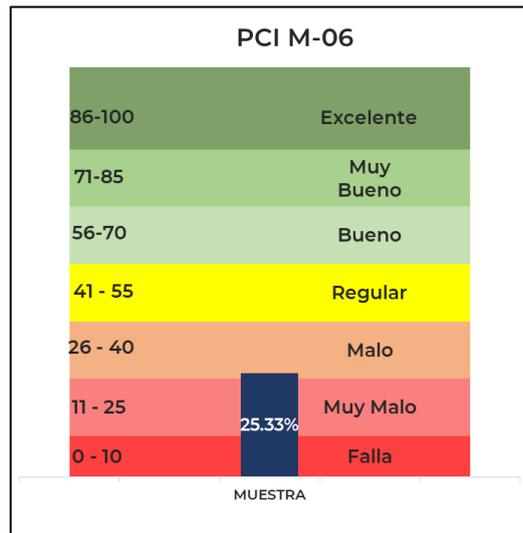
TRAMO:	: 0+720 Km	-	: 0+756 Km	
<i>Tipo de daño</i>			<i>Área</i>	<i>Severidad</i>
Grieta piel de cocodrilo			42.74 m ²	Alta
Grieta de borde			4.56 m ²	Media
Grieta de borde			11.21 m ²	Alta
Desnivel carril / berma			0.06 m ²	Media
Parcheo (baches y zanjas reparadas)			5.41 m ²	Alta
Huecos			2.02 m ²	Media
Desprendimiento de agregados gruesos			1.75 m ²	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 12**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 27**, muestra la calificación PCI, con un valor de 25.33 y una condición de tipo: Malo.

Figura 27 Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+720 – km 0+756



Fuente: Elaboración propia.

5.2.7. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+864 – km 0+900

Tabla 13. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 0+864 – km 0+900

TRAMO:	: 0+864 Km	-	: 0+900 Km	
Tipo de daño			Área	Severidad
Grieta piel de cocodrilo			12.82 m2	Alta
Parcheo (baches y zanjas reparadas)			16.85 m2	Alta
Pulimento de agregados			192.20 m2	---
Desprendimiento de agregados gruesos			15.65 m2	Media

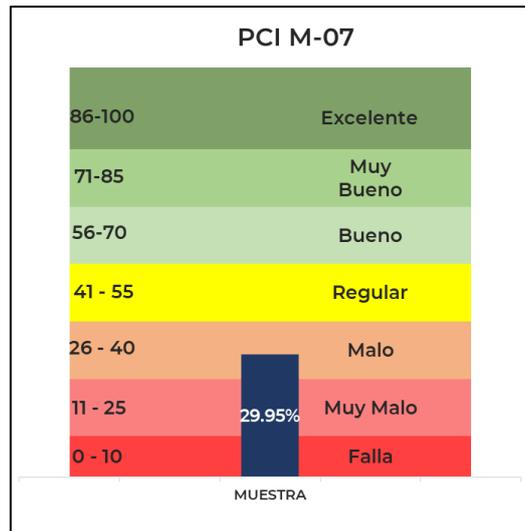
Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 13**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 4 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **muestra la** calificación PCI, con un valor de 29.95 y una condición de tipo: Malo.

Figura 28, muestra la calificación PCI, con un valor de 29.95 y una condición de tipo: Malo.

Figura 28 Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 0+864 – km 0+900



Fuente: Elaboración propia.

5.2.8. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+008 – km 1+044

Tabla 14. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+008 – km 1+044

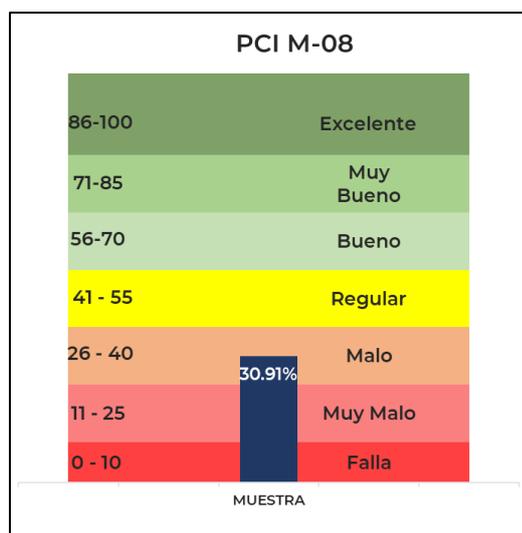
TRAMO:	: 1+008 Km	-	: 1+044 Km		
<i>Tipo de daño</i>				<i>Área</i>	<i>Severidad</i>
Grieta piel de cocodrilo				79.04 m ²	Media
Abultamiento y hundimiento				0.04 m ²	Media
Grieta de borde				3.65 m ²	Baja
Grieta de borde				1.93 m ²	Media
Parcheo (baches y zanjas reparadas)				6.99 m ²	Alta
Grieta parabólica (slippage)				0.95 m ²	Media

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 14**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 6 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Baja, Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 29**, muestra la calificación PCI, con un valor de 30.91 y una condición de tipo: Malo.

Figura 29: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+008 – km 1+044



Fuente: Elaboración propia.

5.2.9. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+152 – km 1+188

Tabla 15. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+152 – km 1+188

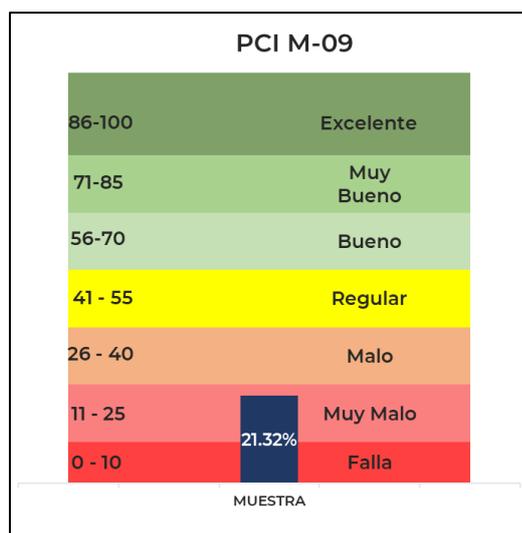
TRAMO:	: 1+152 Km	-	: 1+188 Km	
Tipo de daño			Área	Severidad
Grieta de borde			3.46 m ²	Alta
Desnivel carril / berma			0.11 m ²	Alta
Grieta longitudinal y transversal			5.10 m ²	Media
Grieta longitudinal y transversal			6.96 m ²	Alta
Parcheo (baches y zanjas reparadas)			62.87 m ²	Alta
Pulimento de agregados			29.40 m ²	---
Huecos			1.47 m ²	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 15**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 30**, muestra la calificación PCI, con un valor de 21.32 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 30: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+152 – km 1+188



Fuente: Elaboración propia.

5.2.10. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+296 – km 1+332

Tabla 16. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+296 – km 1+332

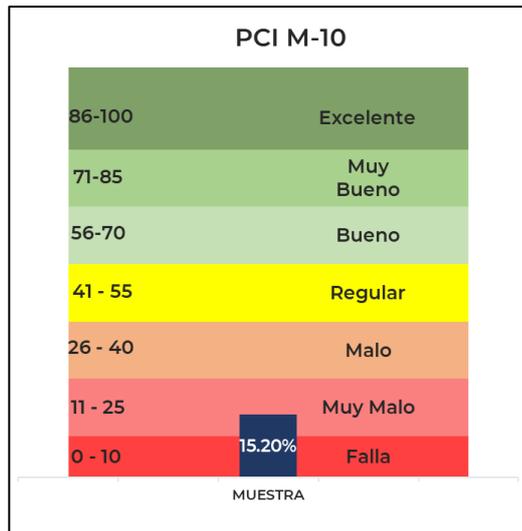
TRAMO:	: 1+296 Km	-	: 1+332 Km	
Tipo de daño			Área	Severidad
Grieta piel de cocodrilo			71.49 m ²	Media
Agrietamiento en bloque o contracción			18.15 m ²	Alta
Grieta longitudinal y transversal			70.78 m ²	Alta
Parcheo (baches y zanjas reparadas)			46.05 m ²	Alta
Pulimento de agregados			148.65 m ²	---
Huecos			2.00 m ²	Alta
Desprendimiento de agregados gruesos			71.51 m ²	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 16**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 31**, muestra la calificación PCI, con un valor de 15.20 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 31: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+296 – km 1+332



Fuente: Elaboración propia.

5.2.11. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+440 – km 1+476

Tabla 17. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+440 – km 1+476

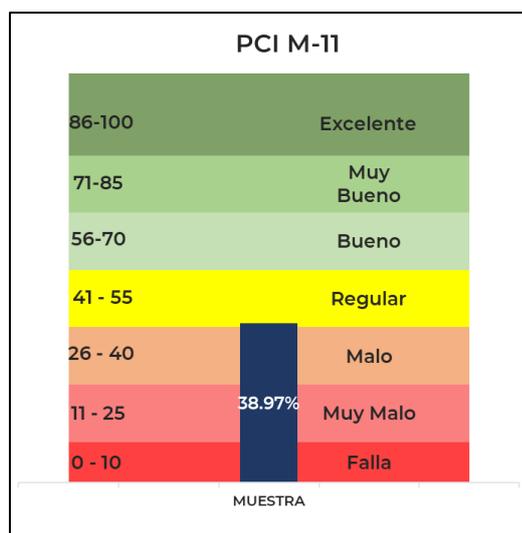
TRAMO:	: 1+440 Km	-	: 1+476 Km		
Tipo de daño				Área	Severidad
Grieta piel de cocodrilo				6.02 m2	Media
Agrietamiento en bloque o contracción				1.64 m2	Alta
Abultamiento y hundimiento				0.08 m2	Alta
Grieta de borde				6.20 m2	Alta
Grieta longitudinal y transversal				3.34 m2	Media
Pulimento de agregados				159.31 m2	---
Huecos				2.00 m2	Alta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 17**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 32**, muestra la calificación PCI, con un valor de 38.97 y una condición de tipo: Malo.

Figura 32: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+440 – km 1+476



Fuente: Elaboración propia.

5.2.12. Deterioro del pavimento del Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+512 – km 1+548

Tabla 18. Deterioros visualizados en la unidad de muestreo km 1+512 – km 1+548

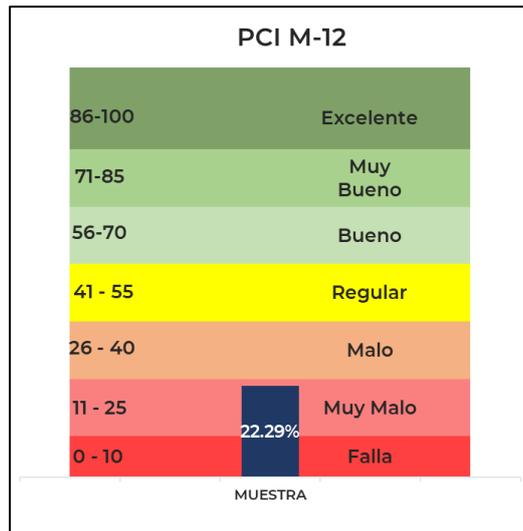
TRAMO:	: 1+512 Km	-	: 1+548 Km	
Tipo de daño			Área	Severidad
Grieta piel de cocodrilo			24.98 m ²	Alta
Grieta de borde			16.34 m ²	Media
Grieta de borde			2.03 m ²	Alta
Desnivel carril / berma			0.04 m ²	Media
Grieta longitudinal y transversal			25.97 m ²	Alta
Parcheo (baches y zanjas reparadas)			4.24 m ²	Alta
Pulimento de agregados			229.80 m ²	---

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 18**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, siendo 7 tipos de fallas diferentes, asimismo cada una de ellas catalogándose con severidades que oscilan entre; Media y Alta.

Asimismo, la **Figura 33**, muestra la calificación PCI, con un valor de 22.29 y una condición de tipo: Muy malo.

Figura 33: Evaluación PCI de la Unidad de Muestreo km 1+512 – km 1+548



Fuente: Elaboración propia.

5.2.13. Resumen PCI del Jr. Colonos Fundadores

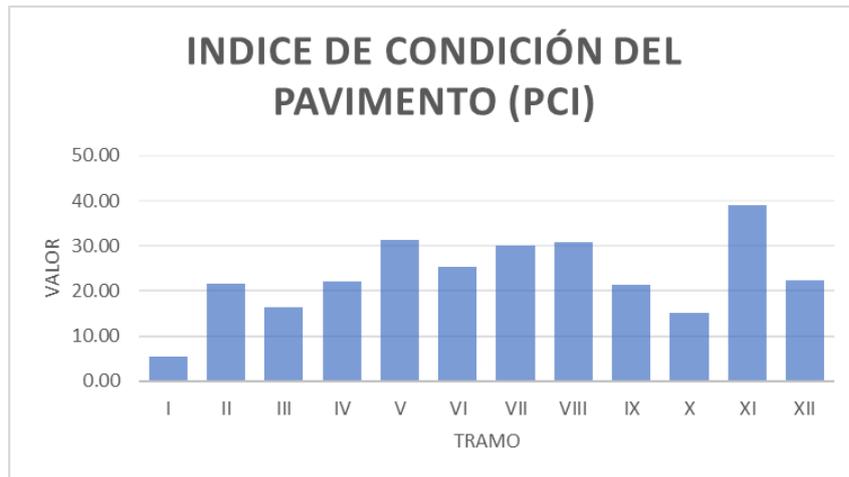
Tabla 19. Deterioros a lo largo del Jr. Colonos Fundadores

Tramo	Índice de Condición del pavimento (PCI)	Condición
I	5.45	FALLA
II	21.61	MUY MALO
III	16.44	MUY MALO
IV	22.07	MUY MALO
V	31.19	MALO
VI	25.33	MUY MALO
VII	29.95	MALO
VIII	30.91	MALO
IX	21.32	MUY MALO
X	15.20	MUY MALO
XI	38.97	MALO
XII	22.29	MUY MALO
PROMEDIO:	23.39	
CONDICION:	MUY MALO	

Fuente: Elaboración propia.

De los datos mostrados en la **Tabla 19**, se presenta los deterioros identificados en el Jr. Colonos Fundadores, se presenta el respectivo grafico con los valores de PCI de todos los tramos evaluados.

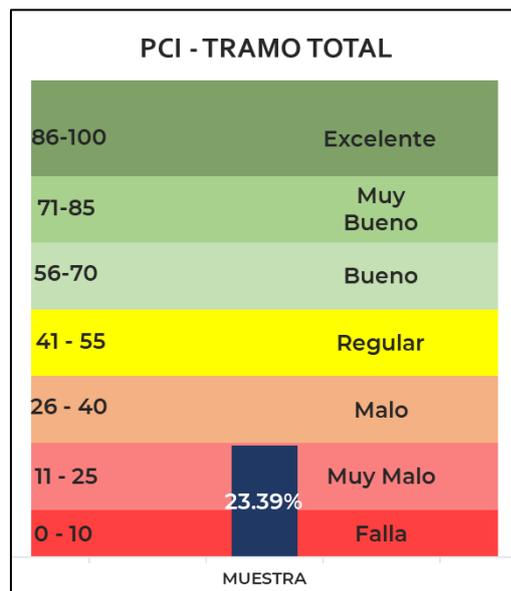
Figura 34: Resumen de Deterioros del Jr. Colonos Fundadores



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se procedió a evaluar, llegando a calificarse en una condición Muy malo con un valor de 23.39.

Figura 35: PCI del Jr. Colonos Fundadores



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Opciones de tratamiento según PCI

5.3.1. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km

0+000 – km 0+036

Tabla 20. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+000 – km 0+036

TRAMO: : 0+000 Km		-	: 0+036 Km	
<i>Tipo de daño</i>	<i>Severidad</i>		<i>Opciones de reparación</i>	
Grieta piel de cocodrilo	Baja		Sello superficial	
Grieta piel de cocodrilo	Media		Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción	
Grieta piel de cocodrilo	Alta		Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción	
Agrietamiento en bloque o contracción	Alta		Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	
Grieta longitudinal y transversal	Alta		Sellado de grietas. Parcheo parcial.	
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta		Sustitución del parche.	
Huecos	Media		Parcheo parcial o profundo.	

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 20**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Reconstrucción.

5.3.2. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+144 – km 0+180

Tabla 21. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+144 – km 0+180

TRAMO: : 0+144 Km		-	: 0+180 Km	
<i>Tipo de daño</i>	<i>Severidad</i>		<i>Opciones de reparación</i>	
Grieta piel de cocodrilo	Alta		Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción	
Agrietamiento en bloque o contracción	Alta		Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	
Corrugación	Media		Reconstrucción	
Grieta de borde	Alta		Parcheo parcial – profundo.	
Desnivel carril / berma	Baja		Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.	
Grieta longitudinal y transversal	Media		Sellado de grietas.	
Grieta longitudinal y transversal	Alta		Sellado de grietas. Parcheo parcial.	

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 21** y **Tabla 8**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Reconstrucción.

5.3.3. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+288 – km 0+324

Tabla 22. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+288 – km 0+324

TRAMO: : 0+288 Km		- : 0+324 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Media	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Grieta longitudinal y transversal	Alta	Sellado de grietas. Parcheo parcial.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Media	No se hace nada. Sustitución del parche.
Huecos	Alta	Parcheo profundo.
Desprendimiento de agregados gruesos	Alta	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 22** **Tabla 9**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Reconstrucción.

5.3.4. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+432 – km 0+468

Tabla 23. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+432 – km 0+468

TRAMO: : 0+432 Km		- : 0+468 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Media	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Desnivel carril / berma	Media	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.
Huecos	Alta	Parcheo profundo.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 23** *Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo profundo.

5.3.5. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+576 – km 0+612

Tabla 24. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+576 – km 0+612

TRAMO: : 0+576 Km		- : 0+612 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Alta	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción

Agrietamiento en bloque o contracción	Alta	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
Desnivel carril / berma	Media	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Grieta longitudinal y transversal	Alta	Sellado de grietas. Parcheo parcial.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.
Pulimento de agregados	---	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 24**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo parcial y sustitución de parche.

5.3.6. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+720 – km 0+756

Tabla 25. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+720 – km 0+756

TRAMO:	: 0+720 Km	- : 0+756 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Alta	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Grieta de borde	Media	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial – profundo.
Desnivel carril / berma	Media	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.
Huecos	Media	Parcheo parcial o profundo.
Desprendimiento de agregados gruesos	Alta	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 25** **Tabla 12**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo parcial y tratamiento superficial.

5.3.7. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 0+864 – km 0+900

Tabla 26. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 0+864 – km 0+900

TRAMO:	: 0+864 Km	- : 0+900 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Alta	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.

Pulimento de agregados	---	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta
Desprendimiento de agregados gruesos	Media	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 26** **Tabla 13**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo parcial.

5.3.8. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+008 – km 1+044

Tabla 27. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+008 – km 1+044

TRAMO:	: 1+008 Km	- : 1+044 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta piel de cocodrilo	Media	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Abultamiento y hundimiento	Media	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
Grieta de borde	Baja	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
Grieta de borde	Media	Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.
Grieta parabólica (slippage)	Media	Parcheo parcial.

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 27** **Tabla 14**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo parcial.

5.3.9. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+152 – km 1+188

Tabla 28. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+152 – km 1+188

TRAMO:	: 1+152 Km	- : 1+188 Km
Tipo de daño	Severidad	Opciones de reparación
Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial – profundo.
Desnivel carril / berma	Alta	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Grieta longitudinal y transversal	Media	Sellado de grietas.
Grieta longitudinal y transversal	Alta	Sellado de grietas. Parcheo parcial.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.
Pulimento de agregados	---	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 28** **Tabla 15**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Reconstrucción.

5.3.10. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+296 – km 1+332

Tabla 29. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+296 – km 1+332

TRAMO:	: 1+296 Km	-	: 1+332 Km
<i>Tipo de daño</i>	<i>Severidad</i>	<i>Opciones de reparación</i>	
Grieta piel de cocodrilo	Media	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción	
Agrietamiento en bloque o contracción	Alta	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	
Grieta longitudinal y transversal	Alta	Sellado de grietas. Parcheo parcial.	
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta	Sustitución del parche.	
Pulimento de agregados	---	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta	
Huecos	Alta	Parcheo profundo.	
Desprendimiento de agregados gruesos	Alta	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.	

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 29** **Tabla 16**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Reconstrucción.

5.3.11. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+440 – km 1+476

Tabla 30. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+440 – km 1+476

TRAMO:	: 1+440 Km	-	: 1+476 Km
<i>Tipo de daño</i>	<i>Severidad</i>	<i>Opciones de reparación</i>	
Grieta piel de cocodrilo	Media	Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción	
Agrietamiento en bloque o contracción	Alta	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.	
Abultamiento y hundimiento	Alta	Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta	
Grieta de borde	Alta	Parcheo parcial – profundo.	
Grieta longitudinal y transversal	Media	Sellado de grietas.	
Pulimento de agregados	---	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta	
Huecos	Alta	Parcheo profundo.	

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 30** **Tabla 17**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo parcial y sellado de grietas.

5.3.12. Opciones de tratamiento del pavimento en el Jr. Colonos Fundadores tramo km 1+512 – km 1+548

Tabla 31. Opciones de tratamiento según PCI en la unidad de muestreo km 1+512 – km 1+548

TRAMO:	: 1+512 Km	-	: 1+548 Km
Tipo de daño	Severidad		Opción de Reparación
Grieta piel de cocodrilo	Alta		Parcheo Parcial, Sobrecarpeta o Reconstrucción
Grieta de borde	Media		Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.
Grieta de borde	Alta		Parcheo parcial – profundo.
Desnivel carril / berma	Media		Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
Grieta longitudinal y transversal	Alta		Sellado de grietas. Parcheo parcial.
Parcheo (baches y zanjas reparadas)	Alta		Sustitución del parche.
Pulimento de agregados	---		No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados en la **Tabla 31** **Tabla 18**, se presenta los deterioros identificados en la unidad de muestreo, de acuerdo a la evaluación PCI de la unidad de muestreo, podemos decir que la mejor solución será: Parcheo profundo y sellado de grietas.

5.4. Reconstrucción de Vía.

Una vez obtenido los resultados del Índice de Condición del Pavimento PCI =23.39 según la **Tabla 19** y teniendo en cuenta la clasificación de la vía de acuerdo al rango de valor PCI (**Tabla 2**), se tiene como intervención: **Reconstrucción** del pavimento flexible (**Tabla 2**), para lo cual, se propone un diseño adecuado con el fin de obtener nuevos espesores, específicamente de la carpeta asfáltica.

5.4.1. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico es una parte esencial para la evaluación estructural del pavimento flexible, tiene por objetivo determinar el número total de repeticiones de ejes equivalentes, esto a partir

del Índice Medio Diario (IMD) el cual será definido en base al conteo de Vehículos que usualmente transitan en la vía.

5.4.1.1. Planeamiento

Para la realización del estudio y de acuerdo a lo establecido, se efectuaron coordinaciones e inspecciones de campo, con la finalidad de determinar el Número de Repeticiones de Ejes

Equivalentes (Nrep EE 8.2 Tn.); señalado en un periodo de 24 horas, desde el día lunes (hasta el domingo. El conteo se efectuó en forma simultánea y continua.

5.4.1.2. Reconocimiento e identificación de la estación de conteo

Con el propósito de identificar y precisar (in-situ) la estación de conteo, se realizó el reconocimiento en el Jr. Colonos Fundadores

5.4.1.3. Análisis de la información y obtención de Resultados

Con los datos obtenidos en campo se realizó el procesamiento y análisis mediante formatos en hojas Excel, cuadros estadísticos y comparativos

5.4.1.4. Cálculo del IMD

$$IMD = (VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDL6 + VDL7)/7$$

Donde:

IMD: Índice Máximo Diario

VDLx: Volumen de trafico registrados en los días de conteo

Tabla 32. Registro de Conteo de Trafico

TIPO DE VEHICULO	DIAS DE LA SEMANA							IMD	
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO		
AUTO	4996	4869.5	4763	4983	4869.5	4986	5093	4937	
STATION WAGON	1138.5	2083	1745.5	2054.5	2106	2033	2170.5	1904	
LIGEROS	PICK UP	2764.5	2598.5	2596.5	2681.5	2764.5	2759	2948	2730
	PANEL	210	212	212	209.5	209.5	210	232.5	214
	RURAL COMBI	474.5	470	470	473.5	470.5	474.5	492.5	475
	MICRO	131.5	160	161	160.5	161.5	186	186.5	164
	B2	115	148	148	115	115.5	115	150	130
BUS	B3	108	114	114	108	108.5	108	120	112
	B4	0	0	0	0	0	0	0	0
	C2	1126.5	1253	1253	1226.5	1226.5	1226.5	1241	1222
CAMIONES	C3	67	58	58	66.5	67	66.5	42	61

	C4	51	23	23	51	51	51	29	40
	T2S1/T2S2	9	8	8	9	9	9	7	8
TRAILERES	T2S3	87	76	76	87	87	87	66	81
	T3S1/T3S2	13	6	6	13	13	13	5	10
	>T3S3	37	29	29	37	37	37	47	36

Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.5. Cálculo de EE (dia-carril)

$$EE(\text{dia} - \text{Carril}) = IMDa * Fd * Fc * Fvp * Fp$$

Donde:

EE (dia-carril): Ejes Equivalentes

Fd: Factor dirección

Fc: Factor carril

Fvp: Factor de vehículos pesados

Fp: Factor de presión

$$Fca = (1 + r)^{n-1} / r$$

Donde:

Fca : Factor de crecimiento acumulado

r: Tasa anual de crecimiento

n: Periodo de diseño

Tabla 33. Determinación de Esal

TIPO DE VEHICULO	IMD	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE día Carril	Fca	Dia	Nrep	
LIGEROS	AUTO	4937	0.50	1.00	1.265	1.01	3153.970286	12.58	365	14479659.25
	STATION WAGON	1904	0.50	1.00	0.012	1.01	11.54083714	12.58	365	52983.18
	PICK UP	2730	0.50	1.00	0.012	1.09	17.85653571	12.58	365	81978.12
	PANEL	214	0.50	1.00	0.012	1.09	1.397224286	12.58	365	6414.56
	RURAL COMBI	475	0.50	1.00	0.012	1.09	3.106967143	12.58	365	14263.87
	MICRO	164	0.50	1.00	0.017	1.01	1.406713571	10.85	365	5571
BUS	B2	130	0.50	1.00	9.762	1.17	739.544715	12.58	365	3395198.59
	B3	112	0.50	1.00	2.631	1.17	171.6135525	12.58	365	787865.94
	B4	0	0.50	1.00	13.172	1.17	0	12.58	365	0
CAMIONES	C2	1222	0.50	1.00	22.458	1.17	16052.67361	11.79	365	69055394.64
	C3	61	0.50	1.00	3.284	1.17	116.6406429	12.58	365	535489.12

	C4	40	0.50	1.00	2.773	1.17	64.65645643	12.58	365	296833.32
	T2S1/T2S2	8	0.50	1.00	26.696	1.17	131.6303486	12.58	365	604305.82
TRAILERES	T2S3	81	0.50	1.00	5.539	1.25	279.9173214	12.58	365	1285081.05
	T3S1/T3S2	10	0.50	1.00	26.503	1.25	163.2774107	12.58	365	749595.29
	>T3S3	36	0.50	1.00	3.353	1.33	80.589355	12.58	365	369980.15
									Esal =	3280000

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Esal, podemos determinar que contamos con un camino de tipo Tp7.

5.4.2. Cálculo del CBR de diseño

Para el cálculo de CBR de diseño, primeramente, es necesario determinar el CBR del Suelo mediante estudios de laboratorio, los cuales se presentan a continuación.

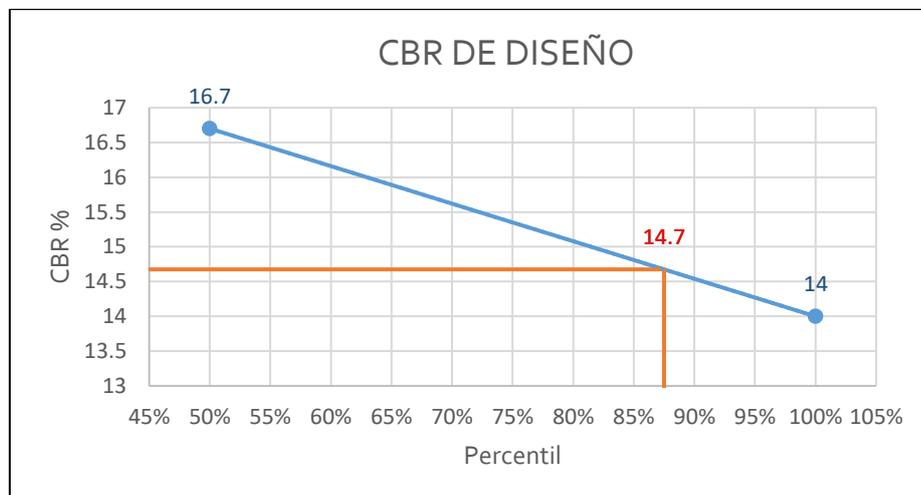
Tabla 34. Valores de CBR

CBR al 95%	
M-1	14%
M-2	16.70%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al manual para Diseño de Carreteras, se considera un percentil de (87.5%), con tal criterio de percentil, seleccionamos el CBR de diseño para el sector de estudio, el cual es de un valor de 14.7%.

Figura 36: CBR de diseño



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, determinamos el Módulo resiliente con el valor de CBR.

Aplicamos la ecuación: $Mr = 2555 * CBR^{0.64}$, de donde se obtiene un valor de 14271.64 Psi para la Subrasante, de la misma manera determinamos los valores respectivos de Mr para Sub base y Base.

Tabla 35. Valores de CBR de diseño

<i>Base</i>	<i>CBR</i>	<i>80%</i>
<i>Sub Base</i>	<i>CBR</i>	<i>40%</i>
<i>Mr Base</i>	<i>42205.4</i>	<i>Psi</i>
<i>Mr Sub base</i>	<i>27083.7</i>	<i>psi</i>

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3. Factores para determinar espesores del pavimento flexible

5.4.3.1. Nivel de confiabilidad (R)

Empleando la siguiente tabla, para un valor de Tp7, determinamos el valor de R donde obtenemos un valor de R=85%.

Tabla 36. Valores de R para diferentes Tp

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		R
<i>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</i>	<i>Tp0</i>	<i>100000</i>	<i>150000</i>	<i>65%</i>
	<i>Tp1</i>	<i>150001</i>	<i>300000</i>	<i>70%</i>
	<i>Tp2</i>	<i>300001</i>	<i>500000</i>	<i>75%</i>
	<i>Tp3</i>	<i>500001</i>	<i>750000</i>	<i>80%</i>
	<i>Tp4</i>	<i>750001</i>	<i>1000000</i>	<i>80%</i>
<i>Resto de Caminos</i>	<i>Tp5</i>	<i>1000001</i>	<i>1500000</i>	<i>85%</i>
	<i>Tp6</i>	<i>1500001</i>	<i>3000000</i>	<i>85%</i>
	<i>Tp7</i>	<i>3000001</i>	<i>5000000</i>	<i>85%</i>
	<i>Tp8</i>	<i>5000001</i>	<i>7500000</i>	<i>90%</i>
	<i>Tp9</i>	<i>7500001</i>	<i>10000000</i>	<i>90%</i>
	<i>Tp10</i>	<i>10000001</i>	<i>12500000</i>	<i>90%</i>
	<i>Tp11</i>	<i>12500001</i>	<i>15000000</i>	<i>90%</i>
	<i>Tp12</i>	<i>15000001</i>	<i>20000000</i>	<i>95%</i>
	<i>Tp13</i>	<i>20000001</i>	<i>25000000</i>	<i>95%</i>
	<i>Tp14</i>	<i>25000001</i>	<i>30000000</i>	<i>95%</i>
	<i>Tp15</i>	<i>>30000000</i>		<i>95%</i>

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3.2. Desviación estándar normal

Empleando la siguiente tabla, para un valor de Tp_7 , determinamos el valor de Z_r donde obtenemos un valor de $Z_r = -1.037$

Tabla 37. Valores de Z_r para diferentes Tp

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR (Z_r)
<i>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</i>	Tp_0	100001	150000	-0.385
	Tp_1	150001	300000	-0.524
	Tp_2	300001	500000	-0.674
	Tp_3	500001	750000	-0.842
	Tp_4	750001	1000000	-0.842
<i>Resto de Caminos</i>	Tp_5	1000001	1500000	-1.036
	Tp_6	1500001	3000000	-1.036
	Tp_7	3000001	5000000	-1.037
	Tp_8	5000001	7500000	-1.282
	Tp_9	7500001	10000000	-1.282
	Tp_{10}	10000001	12500000	-1.282
	Tp_{11}	12500001	15000000	-1.282
	Tp_{12}	15000001	20000000	-1.645
	Tp_{13}	20000001	25000000	-1.645
	Tp_{14}	25000001	30000000	-1.645
	Tp_{15}	>30000000		-1.645

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3.3. Desviación estándar Combinada S_o

Se llega a determinar un valor comprendido entre 0.40 y 0.50, para fines de diseño se considera un valor de $S_o = 0.45$

5.4.3.4. Índice de Serviciabilidad Inicial (P_i) y Serviciabilidad Final (P_t)

Empleando la siguiente tabla, para un valor de Tp_7 , determinamos el valor de P_i y P_t donde obtenemos un valor de $P_i = 4$ y $P_t = 2.5$.

Tabla 38. Valores de P_i y P_t

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)
	Tp_1	150001	300000	3.80	2.00

<i>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</i>	<i>Tp2</i>	<i>300001</i>	<i>500000</i>	<i>3.80</i>	<i>2.00</i>
	<i>Tp3</i>	<i>500001</i>	<i>750000</i>	<i>3.80</i>	<i>2.00</i>
	<i>Tp4</i>	<i>750001</i>	<i>1000000</i>	<i>3.80</i>	<i>2.00</i>
<i>Resto de Caminos</i>	<i>Tp5</i>	<i>1000001</i>	<i>1500000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp6</i>	<i>1500001</i>	<i>3000000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp7</i>	<i>3000001</i>	<i>5000000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp8</i>	<i>5000001</i>	<i>7500000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp9</i>	<i>7500001</i>	<i>10000000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp10</i>	<i>10000001</i>	<i>12500000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp11</i>	<i>12500001</i>	<i>15000000</i>	<i>4.00</i>	<i>2.50</i>
	<i>Tp12</i>	<i>15000001</i>	<i>20000000</i>	<i>4.20</i>	<i>3.00</i>
	<i>Tp13</i>	<i>20000001</i>	<i>25000000</i>	<i>4.20</i>	<i>3.00</i>
	<i>Tp14</i>	<i>25000001</i>	<i>30000000</i>	<i>4.20</i>	<i>3.00</i>
	<i>Tp15</i>	<i>>30000000</i>		<i>4.20</i>	<i>3.00</i>

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3.5. Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI)

Empleando la siguiente tabla, para un valor de *Tp7*, determinamos el valor de Δ PSI donde obtenemos un valor de Δ PSI =1.5.

Tabla 39. *Valores de Δ PSI*

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
<i>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</i>	<i>Tp1</i>	<i>150001</i>	<i>300000</i>	<i>1.80</i>
	<i>Tp2</i>	<i>300001</i>	<i>500000</i>	<i>1.80</i>
	<i>Tp3</i>	<i>500001</i>	<i>750000</i>	<i>1.80</i>
	<i>Tp4</i>	<i>750001</i>	<i>1000000</i>	<i>1.80</i>
<i>Resto de Caminos</i>	<i>Tp5</i>	<i>1000001</i>	<i>1500000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp6</i>	<i>1500001</i>	<i>3000000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp7</i>	<i>3000001</i>	<i>5000000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp8</i>	<i>5000001</i>	<i>7500000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp9</i>	<i>7500001</i>	<i>10000000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp10</i>	<i>10000001</i>	<i>12500000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp11</i>	<i>12500001</i>	<i>15000000</i>	<i>1.50</i>
	<i>Tp12</i>	<i>15000001</i>	<i>20000000</i>	<i>1.20</i>
	<i>Tp13</i>	<i>20000001</i>	<i>25000000</i>	<i>1.20</i>
	<i>Tp14</i>	<i>25000001</i>	<i>30000000</i>	<i>1.20</i>
	<i>Tp15</i>	<i>>30000000</i>		<i>1.20</i>

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3.6. Coeficientes estructurales de las capas de pavimento

Empleando la siguiente tabla, determinamos los coeficientes estructurales para cada capa.

Tabla 40. Coeficientes Estructurales

COMPONENTE DE PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR DE COEFICIENTE ESTRUCTURAL a1 (cm)	Observación
CAPA SUPERFICIAL			
<i>Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 Mpa (430000 PSI) a 20°C (68oF)</i>	<i>a1</i>	<i>0.170 / cm</i>	<i>Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico</i>
<i>Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión</i>	<i>a1</i>	<i>0.125 / cm</i>	<i>Capa Superficial recomendada para tráfico ≤ 1000000 EE</i>
<i>Micro pavimento 25mm</i>	<i>a1</i>	<i>0.130 / cm</i>	<i>Capa Superficial recomendada para tráfico ≤ 1000000 EE</i>
<i>Tratamiento Superficial Bicapa</i>	<i>a1</i>	<i>0.250 (*)</i>	<i>Capa Superficial recomendada para tráfico ≤ 500000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos</i>
<i>Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm</i>	<i>a1</i>	<i>0.150 (*)</i>	<i>Capa Superficial recomendada para tráfico ≤ 500000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos</i>
BASE			
<i>Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS</i>	<i>a2</i>	<i>0.052 / cm</i>	<i>Capa de Base recomendada para tráfico ≤ 5000000 EE</i>
<i>Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS</i>	<i>a2</i>	<i>0.054 / cm</i>	<i>Capa de Base recomendada para tráfico > 5000000 EE</i>
<i>Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)</i>	<i>a2a</i>	<i>0.115 / cm</i>	<i>Capa de Base recomendada para todos tipos de Tráfico</i>
<i>Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35kg/cm2)</i>	<i>a2b</i>	<i>0.070 / cm</i>	<i>Capa de Base recomendada para todos tipos de Tráfico</i>
<i>Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12kg/cm2)</i>	<i>a2c</i>	<i>0.080 / cm</i>	<i>Capa de Base recomendada para todos tipos de Tráfico</i>
SUB BASE			
<i>Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS</i>	<i>a3</i>	<i>0.047 / cm</i>	<i>Capa de Sub Base recomendada para tráfico ≤ 15000000 EE</i>
<i>Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS</i>	<i>a3</i>	<i>0.050 / cm</i>	<i>Capa de Sub Base recomendada para tráfico > 15000000 EE</i>

<i>Coficiente de la capa superficial</i>	<i>a1</i>	<i>=</i>	0.170	cm
<i>Coficiente de la base</i>	<i>a2</i>	<i>=</i>	0.052	cm
<i>Coficiente de Sub base</i>	<i>a3</i>	<i>=</i>	0.047	cm

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.3.7. Calidad y tiempo de drenaje

Para el presente diseño, se considera una calidad de drenaje *Excelente*, con una Humedad que oscila entre 5% y 25%.

De tal manera obtenemos coeficientes de 1.30 y 1.20.

Tabla 41. Coeficientes de Drenaje

CALIDAD DE DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30- 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: *Elaboración propia.*

5.4.4. Cálculo del Número Estructural (SN)

Para determinar el Numero Estructural según AASHTO 93, emplearemos el software del mismo aplicando los datos calculados anteriormente.

Figura 37: Calculo de SN según AASHTO 93

Fuente: *Elaboración propia.*

Asimismo, podemos afirmar que el valor encontrado es igual a SN=3.24.

5.4.5. Cálculo de espesores del Pavimento

Para ello, empleamos las siguientes igualdades, donde despejaremos el valor de D, de la misma manera, al finalizar, se debe de igualar el SN calculado y el SN requerido, cuando se logra la igualdad, significa que se ha hecho un buen diseño.

Figura 38: Ecuaciones para determinar espesores

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

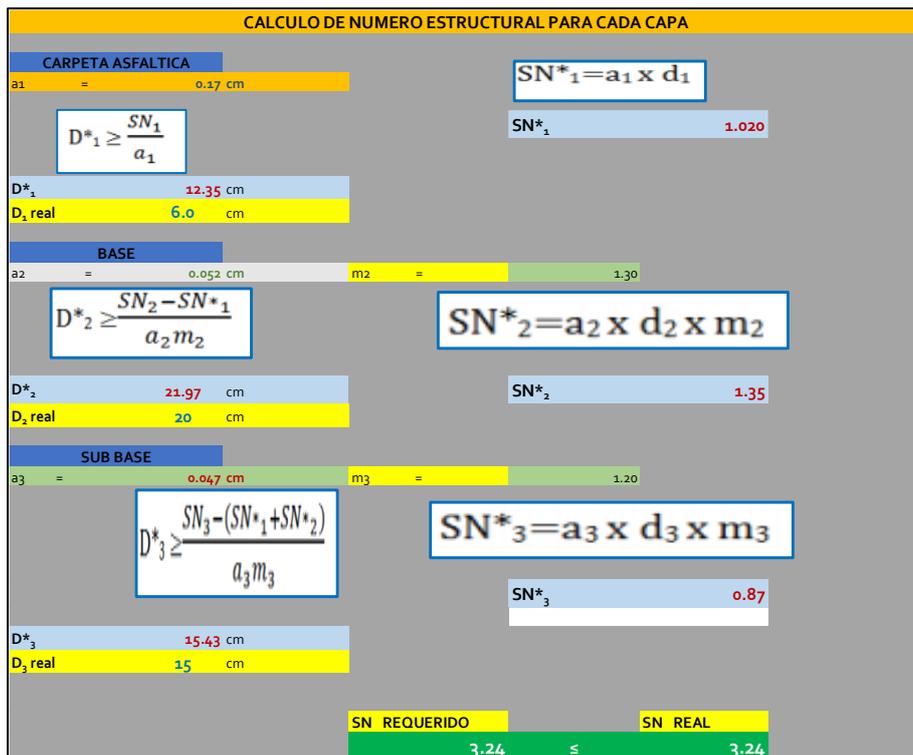
$$D_1^* \geq \frac{SN_1 \cdot SN_1^*}{a_1 \cdot m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 \cdot (SN_1^* + SN_2^*)}{a_2 \cdot m_3}$$

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39: Calculo de espesores del Pavimento

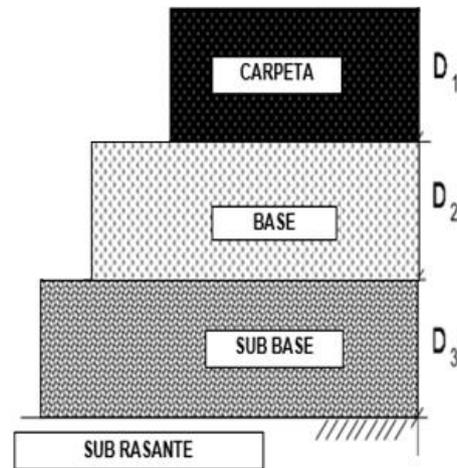


Fuente: Elaboración propia.

5.4.6. Estructura del Pavimento

Después de realizar los respectivos cálculos, procedemos a presentar la respectiva estructuración del Pavimento diseñado.

Tabla 42. *Espesores del Pavimento*



D1	6 cm
D2	20 cm
D3	15.4 cm

Fuente: *Elaboración propia.*

5.5. Contratación de hipótesis

5.5.1. Primera hipótesis específica

Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.

Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.

$$\mu R_1 = \mu R_2 = \dots \mu R_8 = \mu R \text{ Convencional}$$

Hipótesis Alterna Ha: Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.

Se presenta al menos un $i / \mu R_i \neq \mu R$ convencional

Para μR , es la media de cantidad de fallas

Prueba del supuesto de Normalidad de resistencia de las propiedades:

Figura 40. Prueba de normalidad de la cantidad de fallas

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
cantidad de fallas	más de 6	,382	3	.	,758	3	,017
	menos de 6	,380	3	.	,762	3	,028

a. Corrección de significación de Lilliefors

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no todos los resultados de significancia son máximos 0.05, por ello rechazamos la hipótesis nula y se concluye que los valores originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Los supuestos de normalidad por lo que los valores no tienden a cumplir con el supuesto de normalidad ahora se pasa a desarrollar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

Prueba de Kruskal Wallis para valores de cantidad de fallas por unidad de muestreo:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida P-Valor $\leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida P-Valor $> \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores no son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.	Prueba de Kruskal Wallis para valores de cantidad de fallas por unidad de muestreo	,050	Rechazar la hipótesis nula

Figura 41. Prueba de hipótesis de datos cantidad de fallas

En la figura 41 detalla los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, a causa del resultado de significancia de los valores de cantidad de fallas es 0.001, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que *Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo.*

5.5.2. Segunda hipótesis específica

Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son de los 3 tipos.

Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores no son de los 3 tipos.

$$\mu_{Df1} = \mu_{Df2} = \dots \mu_{Df8} = \mu_{Df}$$

Hipótesis Alterna Ha: Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son de los 3 tipos.

$$\text{Detalla al menos un } i / \mu_{Ri} \neq \mu_R$$

Donde μ_R , mide la cantidad de severidades

Prueba del supuesto de Normalidad de severidades:

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
cantidad de severidades	igual a 3	,375	3	.	,775	3	,056
	menos de 3	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 42. Prueba de normalidad cantidad de severidades

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no la mayoría de datos de significancia son >0.05 , por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los valores no son originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Ya probado los supuestos de normalidad los valores no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que se realiza la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

Prueba de Kruskal Wallis para valores cantidad de severidades:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} \leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} > \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores no son de los 3 tipos	Prueba de Kruskal Wallis para valores de Severidades	,001	Rechazar la hipótesis nula

Figura 43. Prueba de hipótesis de severidades

En la figura 43 detalla los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, a causa que el resultado de significancia de los valores de deformación de la mezcla asfáltica es 0.001, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son de los 3 tipos.

5.5.3. Tercera hipótesis específica

El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores es Malo.

Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores no es Malo.

$$\mu V1 = \mu V2 = \dots \mu V8 = \mu V$$

Hipótesis Alterna Ha: El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores es Malo.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu Vi \neq \mu$$

Donde μV , es estado operacional

Prueba del supuesto de Normalidad de Estado operacional:

Figura 44. Prueba de normalidad de la cantidad de Estado operacional

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estado operacional	Mas de 6	,385	3	.	,750	3	,000
	Menos de 6	,369	3	.	,787	3	,085

a. Corrección de significación de Lilliefors

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no todos los datos de significancia son mayores a 0.05, por ello rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los valores no son originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Ya probado los supuestos de normalidad por lo que los valores no verifican con el supuesto de normalidad ahora se llega a desarrollar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

Prueba de Kruskal Wallis para valores de Estado operacional

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida P-Valor $\leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida P-Valor $> \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores no es Malo	Prueba de Kruskal Wallis para valores de Estado operacional	,002	Rechazar la hipótesis nula

Figura 45. Prueba de hipótesis de Estado operacional

Se detallo en la figura 45 que los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, y acepta la hipótesis alterna concluyendo que; El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores es Malo.

5.5.4. Cuarta hipótesis específica

La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción.

Planteamiento de la prueba de Hipótesis Estadística:

Hipótesis Nula Ho: La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores no será Reconstrucción.

$$\mu_{Df1} = \mu_{Df2} = \dots \mu_{Df8} = \mu_{Df}$$

Hipótesis Alterna Ha: La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción.

$$\text{Detalla al menos un } i / \mu_{Ri} \neq \mu_R$$

Donde μ_R , mide cantidad de propuestas

Prueba del supuesto de Normalidad de Reconstrucción:

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Reconstruccion	Menos de 1	,385	3	.	,750	3	,000
	Mas de 1	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 46. Prueba de normalidad de Reconstrucción

A través de los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, no la mayoría de datos de significancia son >0.05 , por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los valores no son originados de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Ya probado los supuestos de normalidad los valores no cumplen con el supuesto de normalidad, por lo que se realiza la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para valores con más de dos grupos.

Prueba de Kruskal Wallis para valores de Reconstrucción:

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} \leq \alpha$ se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} > \alpha$ no se rechaza Ho se acepta la Ho

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La distribución de La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción.	Prueba de Kruskal Wallis para valores de Reconstrucción	,001	Rechazar la hipótesis nula

Figura 47. Prueba de hipótesis de Reconstrucción

En la figura 47 detalla los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis que señala que con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

Objetivo general

De acuerdo a la investigación, haciendo uso el Método de Índice De Condición para la evaluación superficial del pavimento flexible, se determina valores que son relacionados con la clasificación, posterior a ello podemos determinar parámetros de mantenimiento de vías. De acuerdo con lo mencionado por (Granda Hinostroza, 2019), en su tesis “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha– Pasco– 2018”, Mediante la metodología del Índice de Condición PCI se obtiene el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee, el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece.

Fallas en la superficie de vía

En concordancia a la investigación, el Método de Índice De Condición para la evaluación superficial del pavimento flexible, brinda las fallas características para pavimento de concreto asfáltico, siendo en su totalidad 19

tipos de fallas, de los cuales se han encontrado y detallado 7 tipos de fallas en el Jr. Colonos Fundadores, siendo en su mayoría; donde los predominantes son Huecos. De acuerdo con lo mencionado por (Granda Hinostroza, 2019), en su tesis “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha– Pasco– 2018”, Asimismo a lo largo de los 2,508 km, se identificó un total de 18 tipos de falla de los 19 tipos que nos establece la norma ASTM D 6433, teniendo en cuenta que de los 18 tipos de falla presentes, las que predominan son El Pulimiento de Agregados, Losas Divididas, los Popouts y los Descascaramiento de Junta.

Severidad de las fallas

El Método de Índice De Condición para la evaluación superficial del pavimento flexible, es una metodología muy confiable al hacer uso de tipologías, asimismo mencionar que, en el lugar de inspección correspondiente al Jr. Colonos Fundadores, se determinaron los tres niveles de severidades; Alto, Medio y Bajo, siendo en su mayoría el nivel Medio (M) el predominante en la vía mencionada.

De acuerdo con lo mencionado por (Correa Vásquez, 2020), en su tesis “Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura”, mediante la metodología del Índice de Condición PCI, lo que respecta a la severidad existe una clara predominancia del nivel de severidad medio (M) en la mayoría de fallas que se encuentran en el jirón y una muy escasa cantidad de fallas con una severidad alta (H).

Estado operacional

En concordancia a la investigación, mediante el Método de Índice De Condición para la evaluación superficial del pavimento flexible y propuestas de

mejoras, se llega a determinar un valor de 23 que se ubica en la zona de intervención reconstrucción, el cual es necesario por ser una arteria transitada de la zona mencionada.

(Tacsá Herrera, 2018), menciona en su tesis: “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”, El valor del PCI para la vía en estudio equivale a 57, este valor se ubica en el punto B de la curva de deterioro del pavimento denominado como Zona óptima de rehabilitación; por tanto, es necesario aplicar intervenciones de manera inmediata para evitar el incremento acelerado del deterioro.

Reparación de fallas

El manual PCI especifica diferentes opciones de reparación para cada tipo de falla y de acuerdo a la severidad presentada, oscilando desde parches simples, hasta reconstrucciones parciales o totales, en la vía correspondiente al Jr. Colonos Fundadores, podemos afirmar que las intervenciones planteadas corresponden, a Reconstrucción de la Vía y mantenimiento como Parches.

(Tacsá Herrera, 2018), menciona en su tesis: “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado”, Las intervenciones planteadas corresponden a mantenimientos del tipo menor; las cuales se realizan en zonas localizadas y se clasifican en los siguientes trabajos: sellado de grietas, sellado superficial, bacheo superficial y bacheo profundo.

CONCLUSIONES

1. Mediante el Método de Índice De Condición (PCI), se analizó la condición actual del pavimento flexible el Jr. Colonos Fundadores, Provincia de Satipo, teniéndose un valor total de PCI=23.39, clasificándose como: Malo, asimismo se tendrá como primera opción de intervención: Reconstrucción, de igual modo se planteó diferentes opciones de mantenimiento correspondiente a cada sub tramo.
2. Se determinaron las fallas en la superficie de la infraestructura vial a través del Método de Índice De Condición (PCI) en el Jr. Colonos Fundadores, Provincia de Satipo, oscilando entre los siguientes tipos de fallas; Grieta Piel de Cocodrilo, Parcheos, Pulimento de agregados, Huecos, Desprendimiento de agregados gruesos.
3. Se determinaron las severidades por cada tipo de falla de la infraestructura vial a través del Método de Índice De Condición (PCI) aplicados en el Jr. Colonos Fundadores, Provincia de Satipo, oscilando entre los siguientes niveles de Severidad; Bajo, Medio y Alto, asimismo, afirmando que la severidad promedio es MEDIO.
4. Se determino el estado operacional de la vía en el Jr. Colonos Fundadores, Provincia de Satipo, mediante la evaluación de cada tramo determinándose valores de PCI que oscilan entre clasificaciones: Falla, Malos y Muy malos, asimismo teniéndose una clasificación total de: Malo.
5. Se determinaron las propuestas de intervención, teniéndose opciones de reparación de acuerdo al tipo de falla y nivel de severidad, asimismo planteándose realizar una Reconstrucción de la vía, y en segunda instancia se tiene opciones de reparación y/o mantenimiento por cada unidad de muestreo.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable realizar un nuevo estudio en los años consiguientes, a causa de las posibles generaciones de nuevas fallas en el tramo por la precariedad y uso de la mencionada vía.
2. Se recomienda realizar la evaluación del estado de conservación mediante diferentes metodologías existentes.
3. Es recomendable, plantear un plan de mantenimiento teniendo como base a la presente investigación.
4. El diseño planteado de Pavimento Flexible es un antecedente a futuros diseños posibles a realizarse por los interesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Bernal. 2010.** *Metodología de la investigación: administración, economía. humanidades y ciencias sociales.* Colombia : s.n., 2010.
2. **Cardenas Lemus et al. 2019.** *AUSCULTACIÓN VISUAL REALIZADA MEDIANTE EL DRONE DJI PHANTOM 4 PRO, CON IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOLOGIAS VIZIR Y PCI PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA CARRERA 69B SUR ENTRE LA AVENIDA PRIMERA DE MAYO Y CALLE 9 A SUR - BARRIO VILLA CLAUDIA - CIUDAD BOGOTÁ.* UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. BOGOTÁ D.C : s.n., 2019.
3. **Castro, E. 2016.** *Teoría y práctica de la investigación científica.* Huancayo, Perú : PERUGRAPH SRL, 2016. Propiedad del autor.
4. **Fernández Bedoya, Víctor Hugo. 2020.** *Tipo de justificación en la investigación científica.* Facultad de Investigación, Universidad César Vallejo, Perú. Lima : s.n., 2020.
5. **García Dihigo, Joaquín. 2018.** *Metodología de la investigación para administradores.* Bogotá : s.n., 2018.
6. **González Fernandez, Hilda et al. 2019.** *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI).* La Habana - Cuba : Ciencia en su PC [en línea]., 2019.
7. **Granda Hinostroza, Carol G. 2019.** *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTORÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN EL ANILLO VIALTRAMO CHAUPIMARCA – YANACANCHA– PASCO– 2018.* universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Pasco : s.n., 2019.
8. **Limones Gabino, Pablo E. 2021.** *“EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES POR LOS MÉTODOS PCI Y VIZIR”.* UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA. La Libertad - Ecuador : s.n., 2021.

9. **Lopez Sangama, Ana Maria. 2018.** *PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN SARGENTO LORES, DESDE LA CUADRA 14 HASTA LA CUADRA 20, IQUITOS, 2018.* IQUITOS : s.n., 2018.
10. **Maldonado Pinto, Jorge Enrique. 2018.** Metodología de la investigación social. Bogotá : s.n., 2018.
11. *Metodología de la Investigación.* **Carrasco Díaz, Sergio. 2016.** 2016.
12. **Mondragon Guerrero, Jhon Anderzon. 2018.** *EVALUACIÓN DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE MARISCAL URETA CUADRAS 12, 13, Y 14 DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA.* Universidad Nacional De Cajamarca. JAEN : s.n., 2018.
13. **Mora Guarnizo, Jean Pierre & Serrano Palma, Juan Sebastian. 2020.** *EVALUACIÓN FUNCIONAL DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VÍA ESPINAL– SUAREZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI – 2020.* UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. Girardot : s.n., 2020.
14. **Mori Grandez, David Jhonatan. 2018.** *Estudio comparativo de las fallas del pavimento asfáltico con los manuales del PCI y de mantenimiento o conservación vial del MTC en la av. Pedro Beltran - Ventanilla.* Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2018.
15. **Perez Acosta, David Mauricio. 2021.** *DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS MEDIANTE EL MÉTODO PCI Y ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL MAL ESTADO DE LA VÍA CON RELACIÓN AL NÚMERO DE ACCIDENTES PRESENTADOS EN LA AV. LA VICTORIA (CARRERA 4 ESTE) ENTRE CALLE 37 SUR Y CALLE 27A SUR.* Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2021.
16. *poblacion muestra y muestreo.* **Lopez, Pedro Luis. 2022.** 31 de enero de 2022, Punto Cero.
17. **Raffino, María Estela. 2020.** *Método cuantitativo.* Argentina : Gerccantom, 2020. 0260-89-330-0.

18. **Rodriguez, Daniela. 2020.** *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos.* Argentina : Lifeder, 2020.
19. **Rojas Vásquez, Anderson Jesús. 2018.** *Reciclado de pavimento flexible en la AV. Leoncio Prado, con adición de asfalto modificado con polímeros en el distrito de chilca, Huancayo-2018.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú. 2018. Tesis Pregrado.
20. **Sánchez Carlessi, H. Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : s.n., 2018.
21. **Tacsá Herrera, Erica B. & Rodríguez Paez, Braulio O. 2018.** *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Peru : s.n., 2018.
22. **Vasquez Varela, Luis Ricardo. 2002.** PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI). MANIZALES-COLOMBIA : ingepav, 2002.
23. **Villafana Huamán, Gerardo Luis y Ramírez Villanueva, Raúl Mauricio. 2019.** *Análisis del comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímeros SBS Betutec IC y una mezcla asfáltica convencional 60/70.* Facultad de Ingeniería Civil, UNiversidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2019. Tesis Pregrado.
24. **Zamora Castillo, Fabian Ricardo y Mora Aldana, Eleazar Masah. 2019.** *Influencia de cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes.* Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2019. Tesis Pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

“EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMIENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Qué propuestas de mejora son eficaces en el pavimento flexible del jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición del pavimento, Satipo 2021?</p> <p>Problemas específicos a) ¿Cuáles son las fallas existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021? b) ¿Cuáles son las severidades existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021? c) ¿Cuál es el estado operacional de las muestras que componen el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021? d) ¿Cuáles son las propuestas de intervención en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021?</p>	<p>Objetivo general Planificar propuestas de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el uso del Método de Índice de Condición del pavimento, Satipo 2021.</p> <p>Objetivos específicos a) Determinar las fallas existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021. b) Determinar las severidades existentes en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021. c) Determinar el estado operacional de las muestras que componen el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores usando el Método de Índice de condición del pavimento, Satipo 2021. d) Determinar propuestas de intervención en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores mediante el método de índice de condición del pavimento, Satipo 2021.</p>	<p>Hipótesis general: El Uso del Método de Índice de Condición permitirá adecuadas propuestas de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores, Satipo.</p> <p>Objetivos específicos a) Las fallas del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son menos de 6 de los 19 tipos según PCI por cada unidad de muestreo b) Las severidades del Pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores son de los 3 tipos c) El estado operacional del pavimento flexible en el Jirón Colonos Fundadores es Malo d) La propuesta de mejora en el pavimento flexible del Jirón Colonos Fundadores será Reconstrucción</p>	<p>Variable independiente: Evaluación superficial del pavimento flexible</p> <p>Variable dependiente: Índice de condición</p>	<p>D1VI: Estado de conservación</p> <p>D1VD: Tipo de fallas</p> <p>D2VD: Severidad de fallas</p> <p>D3VD: Estado operacional</p> <p>D4VD: Reparación de fallas</p>	<p>Tipo de Investigación: La investigación será de tipo aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: El nivel de investigación explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi experimental – no experimental.</p> <p>Población: La población está constituida para esta investigación por el Jr. Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento) - Satipo.</p> <p>Muestra: 12 unidades muestrales calculados mediante PCI, con ancho de calzada de 7.20 m y una longitud de 36.0 m en el Jr. Colonos Fundadores (tramo Jirón Augusto Hilser – Vía Evitamiento) - Satipo.</p> <p>TECNICAS E INSTRUMENTOS</p> <p>Técnica: Observación en campo.</p> <p>Instrumentos: Formatos de campo para toma de datos, Microsoft Excel, AASHTO 93 – Calculo de SN.</p>

Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de Variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
<p>Variable independiente:</p> <p>Evaluación superficial del pavimento flexible</p>	<p>“La evaluación del pavimento flexible es aquella actividad que se realiza con la finalidad de calcular, valorar y establecer importancias de datos acuerdo a los datos obtenidos durante el desarrollo del proceso operativo debido a que el pavimento se encuentra conformados por capas de una determinada carpeta de asfalto donde la superficie de rodamiento permite las pequeñas deformaciones de ciertas capas inferiores el cual asegura que la estructura falle”. (Ramos Romero, 2021)</p>	<p>Evaluación superficial del pavimento flexible se operacionaliza, mediante sus dimensiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1: Estado de conservación <p>A su vez esta dimensión dispone de un indicador.</p>	Estado de conservación	Condición superficial	Evaluación técnica		X			
<p>Variable dependiente:</p> <p>Índice de condición</p>	<p>El Índice de Condición del Pavimento califica el estado del pavimento, varía desde cero (pavimento en un estado fallado o mal estado), hasta cien (para un pavimento en excelentes condiciones), y esta se va a determinar según su clase, severidad y cantidad. (Vásquez, 2002)</p>	<p>Índice de condición se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1: Tipo de fallas - D2: Severidad de fallas - D3: Estado operacional - D4: Reparación de fallas <p>A su vez cada una de las dimensiones dispone de un indicador.</p>	<p>Tipo de Fallas</p> <p>Severidad de fallas</p> <p>Estado operacional</p>	<p>Grieta piel de cocodrilo</p> <p>Exudación de asfalto</p> <p>Agrietamiento en bloque o contracción</p> <p>Abultamiento y hundimiento</p> <p>Corrugación</p> <p>Depresión</p> <p>Grieta de borde</p> <p>Grieta de reflexión de junta</p> <p>Grieta longitudinal y transversal</p> <p>Parcheo (baches y zanjas reparadas)</p> <p>Pulimento de agregados</p> <p>Huecos</p> <p>Desplazamiento</p> <p>Grieta parabólica (slippage)</p> <p>Hinchamiento</p> <p>Desprendimiento de agregados gruesos</p> <p>BAJO</p> <p>MEDIO</p> <p>ALTO</p> <p>FALLA</p> <p>MUY MALO</p>	<p>Evaluación Visual Ficha PCI</p> <p>Evaluación visual Ficha PCI</p> <p>Evaluación visual</p>		X			

				MALO	Ficha PCI					
				REGULAR						
				BUENO						
				MUY BUENO						
				EXCELENTE						
Reparación de fallas	OPCIONES DE MANTENIMIENTO	Opciones de reparación de falla	X							
	RECONSTRUCCION DE VIAS									

Anexo N°03: Instrumento de recolección de datos – Ficha PCI

TESIS:

"EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO"



NOMBRE DE LA VIA : Jr. Colonos Fundadores	UBICACIÓN: Satipo - Junín
Abscisa inicial	Área de muestreo (m²): 259.2
Abscisa final	Fecha: Ene-22

TIPOS DE FALLAS				FORMA DE LA MUESTRA
N°	Tipo de daño	N°	Tipo de daño	
1	Grieta piel de cocodrilo	11	Parcheo (baches y zanjas reparadas)	
2	Exudación de asfalto	12	Pulimento de agregados	
3	Agrietamiento en bloque o contracción	13	Huecos	
4	Abultamiento y hundimiento	14	Cruce de vía férrea	
5	Corrugación	15	Ahuellamiento	
6	Depresión	16	Desplazamiento	
7	Grieta de borde	17	Grieta parabólica (slippage)	
8	Grieta de reflexión de junta	18	Hinchamiento	
9	Desnivel carril / berma	19	Desprendimiento de agregados gruesos	
10	Grieta longitudinal y transversal			

FALLAS EXISTENTES																				
Tipo		1			2			3			4			5			6			
Cantidad y severidad	Total	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Tipo		7			8			9			10			11			12			
Cantidad y severidad	Total	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	B.M.A			
		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Tipo		13			14			15			16			17			18			
Cantidad y severidad	Total	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	
		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Tipo		19																		
Cantidad y severidad	Total	L	M	H																
		---	---	---																

Anexo N°04: Ficha de conteo vehicular

Anexo N°05: Procesamiento de datos

Anexo N°06: Datos de Laboratorio - CBR



ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE
INDICE DE CONDICIÓN, SATIPO
Peticionario : BACH, MILLA SOLIS, JHON - BACH, ROJAS CABADA, LIDIA
Ubicación : JR. COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN N° de muestra : MUESTRA 01
Estructura : SUBRASANTE Clase de material : MATERIAL DE CALICATA
Fecha de recepción : FEBRERO - 2022 Norma : MTC
Fecha de emisión : MARZO - 2022

PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115

COMPACTACION

	5	5	5	5
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,571.0	5,652.0	5,719.0	5,692.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,811.0	1,892.0	1,959.0	1,932.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.898	1.982	2.053	2.024

HUMEDAD (%)

Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	63.1	66.7	65.7	79.2
Tara + suelo seco (gr.)	58.8	60.7	59.7	70.5
Peso de agua (gr.)	4.3	6.0	6.0	8.7
Peso de tara (gr.)	17.0	11.3	16.0	17.2
Peso de suelo seco (gr.)	41.8	49.4	43.7	53.3
Humedad (%)	10.29	12.15	13.73	16.32
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.721	1.768	1.805	1.740

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE

PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

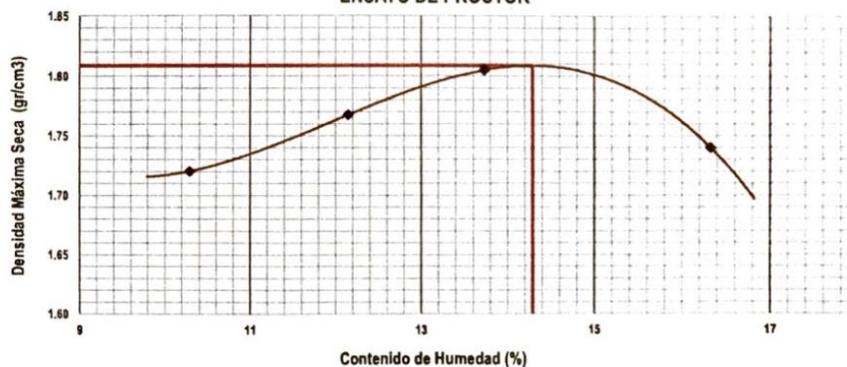
RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO

Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-

RESULTADOS DE PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.808
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.29

ENSAYO DE PROCTOR



RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO
 Peticionario : BACH, MILLA SOLÍS, JHON - BACH, ROJAS CABADA, LIDIA N° de muestra : MUESTRA 01
 Ubicación : JR, COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : FEBRERO - 2022 Clase de material : MATERIAL DE CALICATA
 Fecha de emisión : MARZO - 2022 Norma : MTC

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

Hoja 01 de 22

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11415.0	11783.0	11482.0	11783.0	11230.0	12229.0
Peso de molde (g)	7014.0	7014.0	7301.0	7301.0	7157.0	7157.0
Peso del suelo húmedo (g)	4401.0	4769.0	4181.0	4482.0	4073.0	5072.0
Volumen del molde (cm ³)	2129.6	2129.6	2125.9	2125.9	2135.6	2136.6
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.067	2.239	1.967	2.108	1.905	2.374
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	72.2	72.9	68.2	89.7	81.1	77.7
Peso suelo seco + tara (g)	65.3	65.3	61.9	79.9	73.1	69.3
Peso de tara (g)	16.8	17.3	17.8	16.0	17.1	15.6
Peso de agua (g)	6.9	7.6	6.3	9.9	8.0	8.4
Peso de suelo seco (g)	48.5	48.0	44.1	61.9	56.0	52.7
Contenido de humedad (%)	14.27	15.83	14.29	15.93	14.29	15.98
Densidad seca (g/cm ³)	1.898	1.933	1.721	1.819	1.668	2.047

EXPANSION

FECHA	HORA	TEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/02/2022	12.26pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
16/02/2022	12.26pm	24	0.010	0.010	0.01	0.300	0.300	0.25	0.260	0.260	0.22
17/02/2022	12.26pm	48	0.010	0.010	0.01	0.300	0.300	0.25	0.270	0.270	0.23
18/02/2022	12.26pm	72	0.080	0.080	0.07	0.410	0.410	0.34	0.350	0.350	0.29
19/02/2022	12.26pm	96	0.150	0.150	0.13	0.440	0.440	0.37	0.370	0.370	0.308

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.024	4.32			0.014	3.10			0.008	2.37		
0.050		0.055	8.20			0.023	4.25			0.016	3.30		
0.075		0.108	14.64			0.068	9.69			0.021	3.98		
0.100	70.31	0.167	21.75	20.6	29.3	0.077	10.78	10.2	14.5	0.024	4.32	4.3	6.1
0.150		0.237	30.25			0.097	13.29			0.035	5.64		
0.200	105.46	0.278	35.23	34.9	33.1	0.111	14.98	15.6	14.8	0.041	6.38	6.4	6.1
0.250		0.313	39.46			0.127	16.88			0.046	7.03		
0.300		0.344	43.28			0.138	18.30			0.050	7.52		
0.400		0.397	49.64			0.160	20.94			0.056	8.25		
0.500		0.449	55.91			0.186	24.04			0.067	9.55		



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM



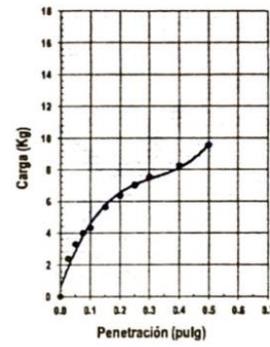
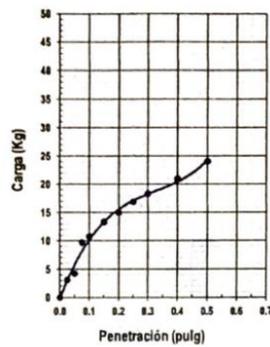
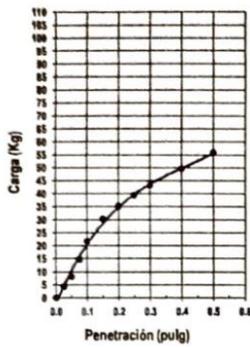


ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO
Peticionario : BACH. MILLA SOLÍS, JHON - BACH. ROJAS CABADA, LIDIA
Ubicación : JR. COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN
Fecha de recepción : FEBRERO - 2022
Fecha de emisión : MARZO - 2022
N° de muestra : MUESTRA #1
Estructura : SUBRASANTE
Clase de material : MATERIAL DE CALICATA
Norma : MTC

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
MTC E 132

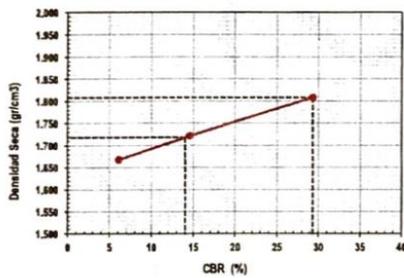
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	29.3 %
CBR (0.2")	33.1 %
Densidad seca (g/cm3)	1.808

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	14.5 %
CBR (0.2")	14.8 %
Densidad seca (g/cm3)	1.721

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.1 %
CBR (0.2")	6.1 %
Densidad seca (g/cm3)	1.668



Metodo de compactación : ASTM D1557
Maxima densidad seca (g/cm3) : 1.808
Optimo contenido de humedad (%) : 14.3
95% maxima densidad seca (g/cm3) : 1.718

CBR. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	29.3	0.2"	33.1
CBR. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.0	0.2"	14.3

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 29.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.0 (%)



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasí Rojas
Jefe de Laboratorio CIP: 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORSAC@GMAIL.COM





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO
Peticionario : BACH. MILLA SOLÍS, JHON - BACH. ROJAS CABADA, LIDIA
Ubicación : JR. COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN
Estructura : SUBRASANTE
Fecha de recepción : FEBRERO - 2022
Fecha de emisión : MARZO - 2022
N° de muestra : MUESTRA 02
Clase de material : MATERIAL DE CALICATA
Norma : MTC

PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115

COMPACTACION

N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5.856.2	5.984.7	6.008.8	5.947.1
Peso molde (gr.)	3.760.0	3.760.0	3.760.0	3.760.0
Peso suelo compactado (gr.)	2.096.2	2.224.7	2.248.8	2.187.1
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.196	2.331	2.356	2.292

HUMEDAD (%)

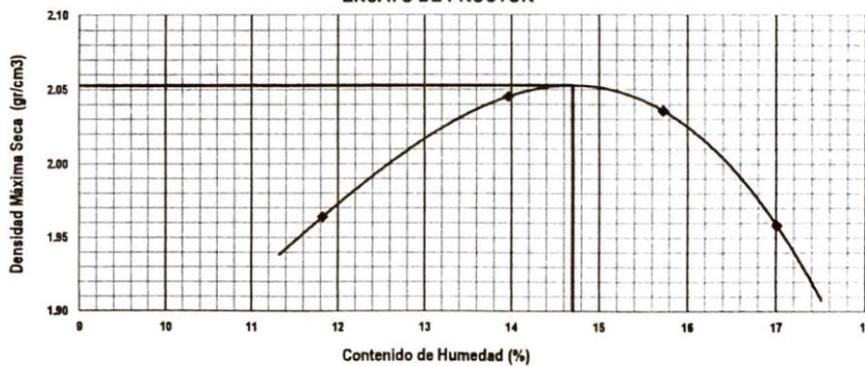
Tara N°	118	61	187	154
Tara + suelo húmedo (gr.)	77.6	71.2	65.4	69.6
Tara + suelo seco (gr.)	71.2	64.6	58.6	62.0
Peso de agua (gr.)	6.4	6.5	6.7	7.6
Peso de tara (gr.)	16.8	17.9	15.8	17.0
Peso de suelo seco (gr.)	54.3	46.7	42.8	45.0
Humedad (%)	11.82	13.97	15.73	17.01
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.964	2.045	2.036	1.959

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3.760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	2.053
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.70

ENSAYO DE PROCTOR



RUC: 20608578189
 DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANGAYO
 (ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
 TELF.: 974222748 - (064)602348
 ANCCORSAC@GMAIL.COM

ANCCOR S.A.C.
 LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Carlos A. Ancaesi Rojas
 Jefe de Laboratorio CIP. 148881





ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE ÍNDICE DE CONDICIÓN, SATIPO

Peticionario : BACH. MILLA SOLIS, JHON - BACH. ROJAS CABADA, LIDIA

Ubicación : JR. COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN

Fecha de recepción : FEBRERO - 2022

Fecha de emisión : MARZO - 2022

N° de muestra : MUESTRA 02

Estructura : SUBRASANTE

Clase de material : MATERIAL DE CALICATA

Norma : MTC

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

Hoja 01 de 02

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12302.0	12490.0	12520.0	12878.0	12195.0	12557.0
Peso de molde (g)	7296.0	7296.0	7595.0	7595.0	7446.0	7446.0
Peso del suelo húmedo (g)	5006.0	5194.0	4925.0	5283.0	4749.0	5111.0
Volumen del molde (cm3)	2126.0	2126.0	2118.6	2118.6	2122.3	2122.3
Densidad húmeda (g/cm3)	2.355	2.443	2.325	2.494	2.238	2.408
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	79.7	79.9	72.7	73.8	65.7	66.3
Peso suelo seco + tara (g)	71.6	69.7	65.4	63.1	59.2	72.7
Peso de tara (g)	16.2	17.9	15.4	15.6	14.8	16.8
Peso de agua (g)	8.1	10.2	7.4	10.7	6.5	13.7
Peso de suelo seco (g)	55.4	51.8	50.0	47.5	44.4	55.9
Contenido de humedad (%)	14.70	19.76	14.71	22.60	14.64	24.44
Densidad seca (g/cm3)	2.053	2.040	2.026	2.034	1.952	1.935

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/02/2022	4.15pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
17/02/2022	4.15pm	24	0.291	0.291	0.24	0.364	0.364	0.30	0.322	0.322	0.27
18/02/2022	4.15pm	48	0.364	0.364	0.30	0.395	0.395	0.33	0.354	0.354	0.29
19/02/2022	4.15pm	72	0.530	0.530	0.44	0.478	0.478	0.40	0.406	0.406	0.34
20/02/2022	4.15pm	96	0.530	0.530	0.44	0.520	0.520	0.43	0.416	0.416	0.347

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm2	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.036	5.78			0.038	6.02			0.027	4.89		
0.050		0.083	11.59			0.063	9.16			0.052	7.79		
0.075		0.163	21.24			0.184	23.90			0.071	10.08		
0.100	70.31	0.250	31.86	30.1	42.9	0.209	26.83	25.2	35.8	0.080	11.22	12.0	17.1
0.150		0.355	44.55			0.264	33.61			0.116	15.64		
0.200	105.46	0.417	51.98	51.4	48.7	0.302	38.18	39.5	37.5	0.137	18.09	18.3	17.3
0.250		0.469	58.28			0.345	43.29			0.155	20.27		
0.300		0.517	63.97			0.376	47.11			0.168	21.91		
0.400		0.596	73.42			0.435	54.20			0.188	24.36		
0.500		0.674	82.73			0.505	62.53			0.224	28.71		

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCORBAC@GMAIL.COM



ANCCOR S.A.C.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Ancasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881





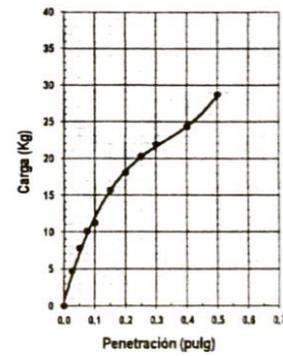
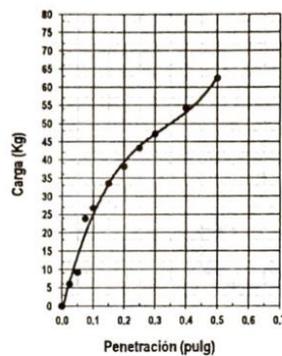
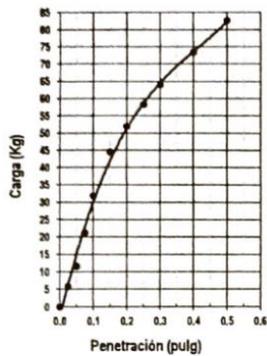
ANCCOR S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : TESIS - EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN COLONOS FUNDADORES MEDIANTE EL USO DEL MÉTODO DE INDICE DE CONDICIÓN, SATIPO
Peticionario : BACH. MILLA SOLIS, JHON - BACH. ROJAS CABADA, LIDIA
Ubicación : JR. COLONOS FUNDADORES- SATIPO - JUNIN
Fecha de recepción : FEBRERO - 2022
Fecha de emisión : MARZO - 2022
N° de muestra : MUESTRA 02
Estructura : SUBRASANTE
Clase de material : MATERIAL DE CALICATA
Norma : MTC

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

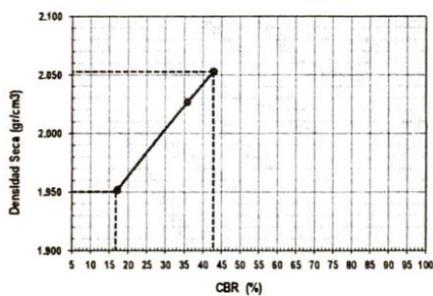
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	42.9 %
CBR (0.2")	37.5 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.053

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	35.8 %
CBR (0.2")	37.5 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.026

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	17.1 %
CBR (0.2")	17.3 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.952



Metodo de compactación : ASTM D1557
Maxima densidad seca (g/cm³) : 2.053
Optimo contenido de humedad (%) : 14.7
95% maxima densidad seca (g/cm³) : 1.950

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 42.8 0.2" 48.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 16.7 0.2" 17.0

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 42.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.7 (%)



ANCCOR SAC.
LAB. MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos A. Anccasi Rojas
Jefe de Laboratorio CIP. 148881

RUC: 20608578189
DIRECCIÓN: AV. GENERAL CORDOVA # 322 CHILCA - HUANCAYO
(ALTIURA DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES).
TELF.: 974222748 - (064)602348
ANCCOR@GMAIL.COM



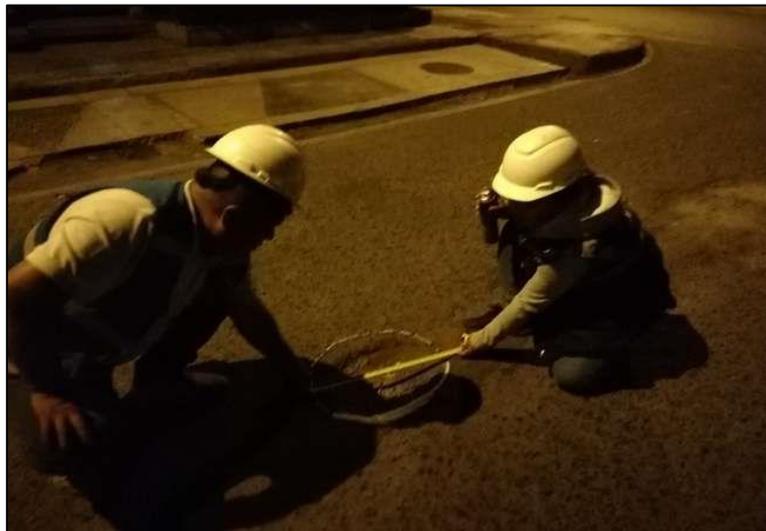
Anexo N°07: Fotografías de la aplicación del instrumento

Fotografía N° 1: Reconocimiento del tramo a evaluar



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 2: Reconocimiento de falla - Huevo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 3: Reconocimiento de la falla – Pulimento



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 4: Reconocimiento de falla - Huevo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 5: Reconocimiento de falla – Parcheo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 6: Reconocimiento de falla – Piel de Cocodrilo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 7: Reconocimiento de falla – Huevo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 8: Reconocimiento de falla – Huevo



FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 9: Reconocimiento de falla – Huevo



FUENTE: Elaboración propia

Anexo N°07: Esquema de Unidades de Muestreo

